

出國報告（出國類別：實習）

電業先進廢水回收及水資源管理技術

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：曹志明 化學資深研究專員

派赴國家：美國

出國期間：自 106 年 9 月 10 日至 9 月 23 日

報告日期：106 年 11 月 22 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電業先進廢水回收及水資源管理技術

頁數:32 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台電 人資處/陳德隆/(02) 2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

曹志明/台灣電力公司/綜合研究所/化學資深研究專員/(02) 8078-2238

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：106年9月10日至9月23日

出國地區：美國

報告日期：106年11月22日

分類號/目

關鍵詞：零排放、系統水、循環經濟、水處理、閃化蒸汽

內容摘要：(二百至三百字)

環保署於近期參照美國針對發電業所草擬之廢水排放標準修正草案，擬依不同廢水特性進行污染排放標準之重新檢視及修訂，目前廢水場都為化學混凝沈澱法，面臨問題為硼、氨氮、硝酸鹽氮沒有辦法達到未來環保署加嚴的放流水管制標準，在此放流水加嚴趨勢下，已對燃煤電廠之營運產生壓力。而近年因為極端氣候之影響，台灣水資源短缺情況日益嚴重，本公司火力電廠一年用水量相當可觀，因此有必要研發電廠廢水回收新技術，並適時引進水資源管理技術，以確保水資源之有效應用及充足供應。此次出國研習係至美國 EPRI 研習系統水處理及水資源管理技術，至 Dow Chemical 研習廢水處理及回收相關技術，作為本公司推動相關計畫的基礎。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網
(<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目錄

1. 目的	1
2. 行程	2
3. EPRI 參訪研習	2
3.1 EPRI P64 工作規劃	2
3.2 EPRI P64 技術報告之管理網站	4
3.3 系統水技術 APP 研發	10
3.4 閃化蒸汽回收技術	17
4. Dow Chemical 參訪研習	19
4.1 脫硫廢水零排放處理程序	19
4.2 廢水零排放處理技術	22
4.3 電業循環經濟之創新平台	28
5. 心得與建議	32

1. 目的

環保署於近期參照美國針對發電業所草擬之廢水排放標準修正草案，擬依不同廢水特性進行污染排放標準之重新檢視及修訂，目前廢水場都為化學混凝沈澱法，面臨問題為硼、氨氮、硝酸鹽氮沒有辦法達到未來環保署加嚴的放流水管制標準，在此放流水加嚴趨勢下，已對燃煤電廠之營運產生壓力。而近年因為極端氣候之影響，台灣水資源短缺情況日益嚴重，本公司火力電廠一年用水量相當可觀，因此有必要研發電廠廢水回收新技術，並適時引進水資源管理技術，以確保水資源之有效應用及充足供應。此次出國研習係至美國 EPRI 研習系統水處理及水資源管理技術，至 Dow Chemical 研習廢水處理及回收相關技術，作為本公司推動相關計畫的基礎。

2. 行程

本次赴美國”研習電業先進廢水回收及水資源管理技術”之行程及工作概要如下表所示。

表 1.赴美國實習行程概要表

106 9/10	往程（台北→舊金山）
106 9/11-9/17	研習水資源管理技術
106 9/18-9/21	研習電業先進廢水回收技術
106 9/22-9/23	返程（舊金山→台北）

3. EPRI 參訪研習

3.1 EPRI P64 工作規劃

本公司參與 EPRI Program 64 研發計畫的年限為 106 年至 108 年底止，共 3 年。計畫英文名稱為：Boiler and Turbine Steam and Cycle Chemistry，而中文名稱為：鍋爐和汽輪機蒸汽以及系統水化學。因為本公司新建之林口及大林電廠，已全面採用超超臨界發電技術以提高機組發電效率，由於超超臨界發電設備所承受之溫度與壓力比現有亞臨界機組高出甚多，機組運轉對於水質及爐管材料的要求都更為嚴格，亟需引進系統水處理之相關知識及經驗，以因應電廠運轉與維護所可能面臨之問題。因為優化的系統水化學處理可以有效的減少火力電廠發生腐蝕和沈積的可能，進而減少與化學相關的鍋爐/熱回收蒸汽相關破管事件，當然即可降低強制停電的機率，提升機組可靠度及可用率，從而大幅降低營運成本。該計畫內容含以下各項：

1. 系統水化學最新指引及相關技術並提供培訓材料。
2. 汽渦輪相轉換段(PTZ)的腐蝕控制技術
3. 和 FAC 有關的蒸汽側監測技術
4. 先進的系統水化學檢測儀器及技術
5. 化學清洗和廢水處理的替代方法
6. 系統水化學的評估技術

而其預期效益則如以下各點所示：

1. 參與本項計畫的目標(Object Index):發電機組系統水質的優化及相關問題發

生時的咨詢及快速回應。

2. 對本公司產生的效益(Benefit Index):水處理成本的降低及維持機組的正常運轉。
3. 目標與效益如何聯結:系統水質的提升可明顯降低水側材質的腐蝕可能性,進而減少因管材問題而停機的機率。

此次至 EPRI 研習，首先即確認 106 年度的工作安排如下：

1. Monday and Tuesday (Oct. 16-17) for workshop in Taipei
2. Wednesday-Friday (Oct. 18-20) at Linkou PP for assessment and training.

因為基於 EPRI 以往的經驗，最有效的技術移轉方式就是先舉行某種型式的技術交流會，希望透過技術交流會，先奠基必要的認知能力，以加速掌握對於系統水中有關腐蝕及沈積等問題的控制能力。第二種技轉方式即為現場效評(site assessment)，系統水化學處理的效評是希望在過程中可找出改進的空間，現場效評的工作時間為 2 天，每天的開始和結束，EPRI 的專家會和主管和化學人員開會討論，效評其間 EPRI 人員的主要工作將包含與現場工作人員洽談、重要區域訪查(實驗室、蒸汽和水樣取樣點、水廠和控制室等)以及檢視重要文件(如化學控制限值和相關的操作程序書等)。而在結束日的訪談中，EPRI 的專家將提出關鍵性的發現以及改善的機會，當然也要同時提出改善的行動方案。EPRI 也應該訓練相關人員，具備在日後進行自我效評的能力。

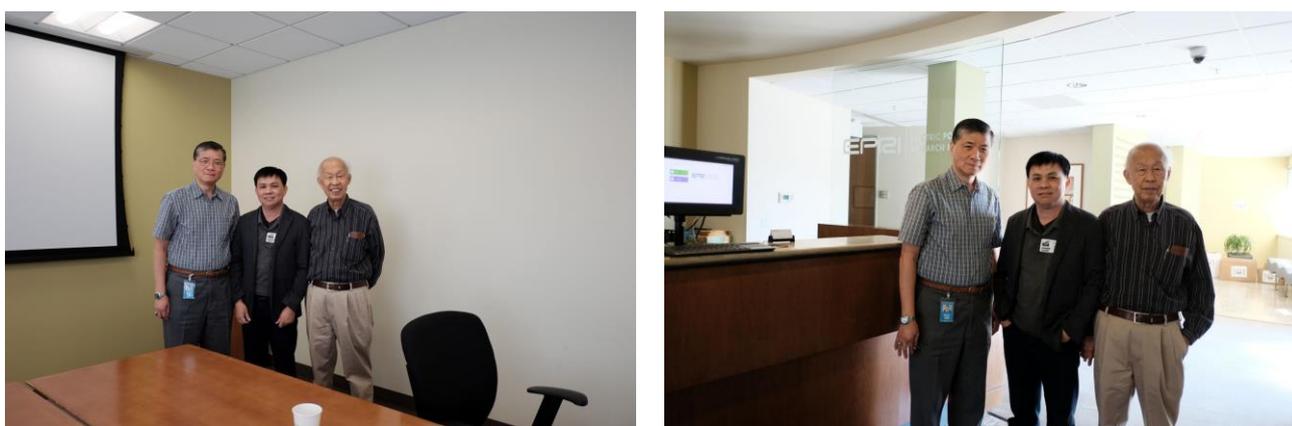


圖 1. EPRI 技術參訪圖

EPRI 目前規劃的教材內容將包含以下各項技術領域：

1. Flow-accelerated Corrosion (FAC) Mechanisms and Control
2. Cycle Chemistry Influenced Boiler and HP Evaporator Tube Failure

Reduction (BTFR)

3. Corrosion and Deposition Influences of Steam Chemistry in the Low-Pressure Turbine Phase Transition Zone (PTZ)
4. Cycle Chemistry Improvement Program (CCIP) and the application of neutralizing amines and film forming products.
5. Cycle chemistry for conventional and supercritical units as well as heat recovery steam generators (HRSGs) including proper treatment selection, monitoring and control should be provided.

有關 workshop 所探討的議題，基於以前和電廠的交流中發現，以下是數項現場人員建議觸及的議題，也在此次研習中提出，希望可有所準備。

1. 超超臨界機組在啟動過程，各個階段的水質或蒸汽要求。
2. 超超臨界機組的破管案例，以及破管原因的剖析，如水質的處理不當或材料的選用不當等等。

3.2 EPRI P64技術報告之管理網站

因為參加 P64 計劃後，將有可觀的技術報告可自 EPRI 網站下載來提供參考，而為了做好報告的長久收集和管理，同時也可供台電有必要同仁日後的存取，此次研習的心得就是有必要建置一個管理網站，供作日後技術報告存取的應用平台。至於 EPRI 網站的登入畫面如下圖所示。

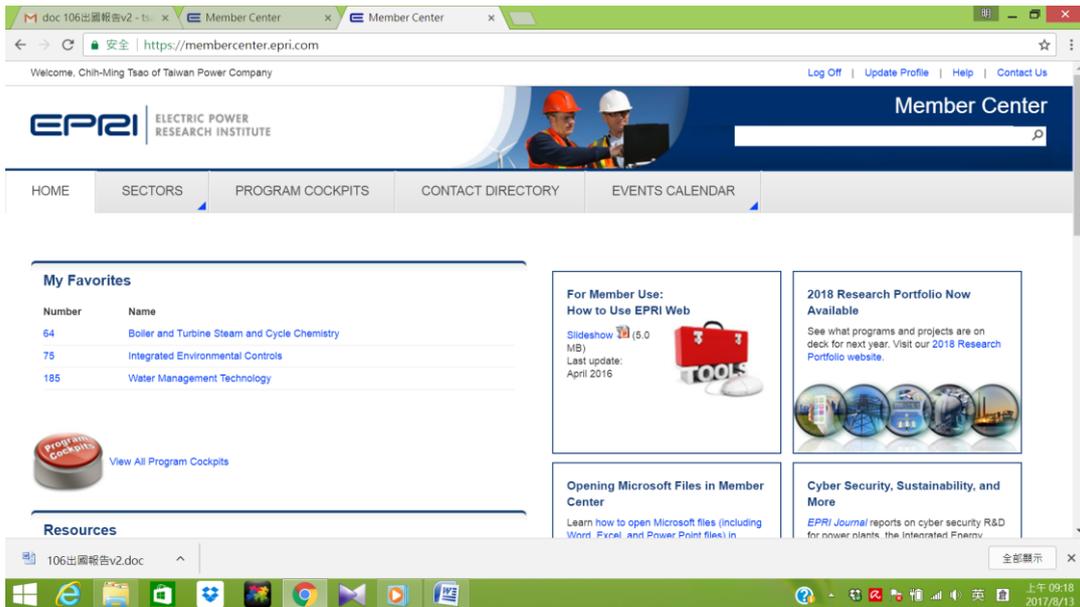


圖 2. EPRI 登入畫面

因為台電公司在今年已成為 EPRI P64 的會員，所以本公司的員工應該都可以申請帳號密碼來存取相關的報告，登入的畫面如下圖所示，一般會先點按 Program Cockpits 這個標籤頁。

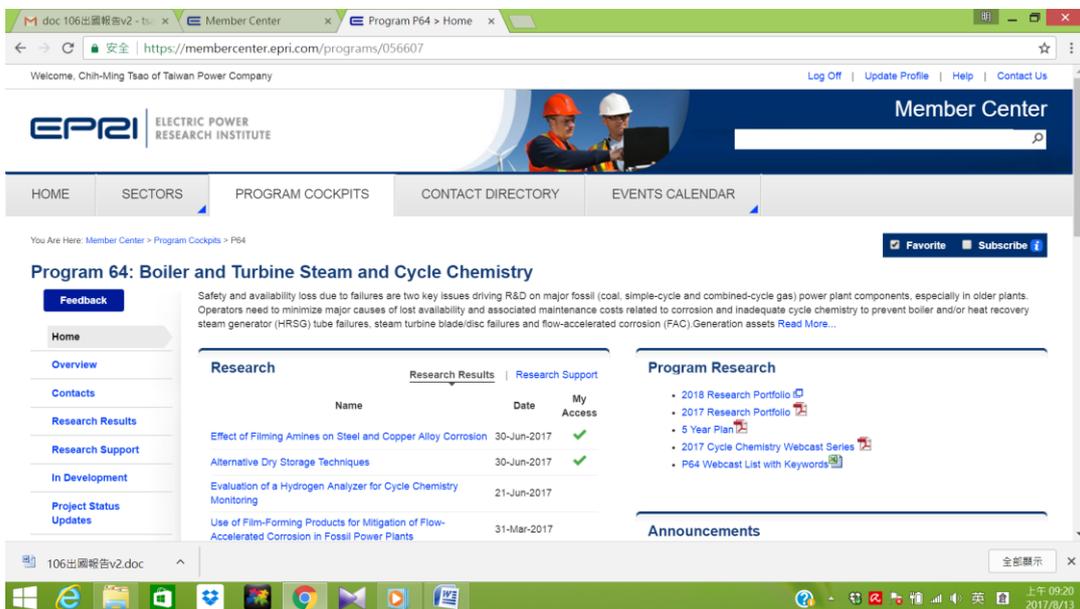


圖 3. Program 64 的主畫面

有關 Research Results 的畫面如下圖所示，這也是相關技術報告的主要來源，當然網站也提供搜尋的功能，可以用來限縮範圍。

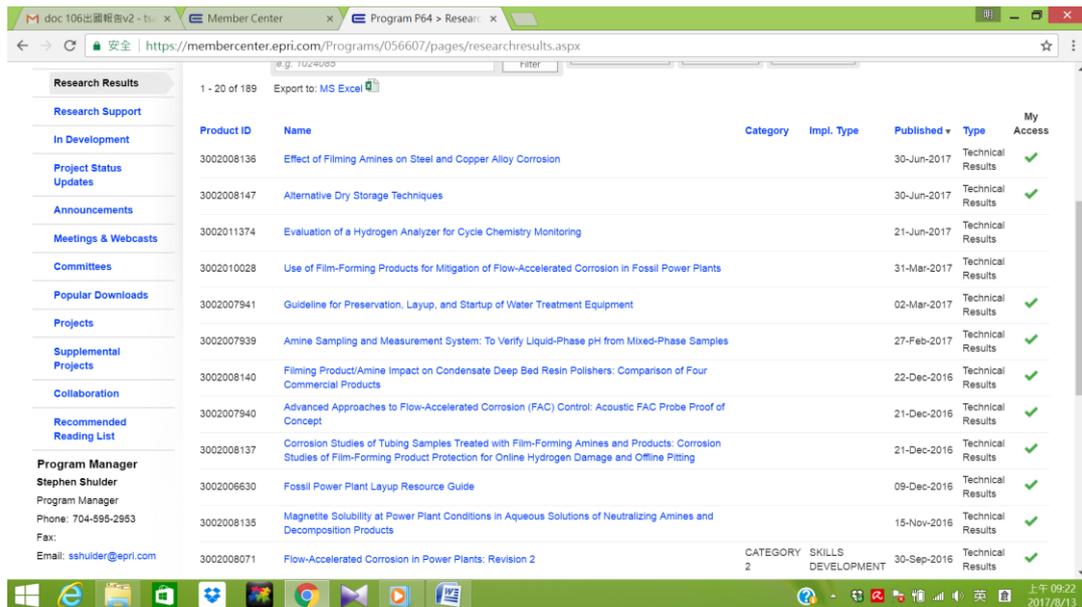


圖 4. Research Results 的畫面

有關 Popular Downloads 的畫面如下圖所示，因為是較常被用到的報告，具有一定的參考價值，也是相關技術報告的主要來源，當然網站也提供搜尋的功能，可以用來限縮範圍。

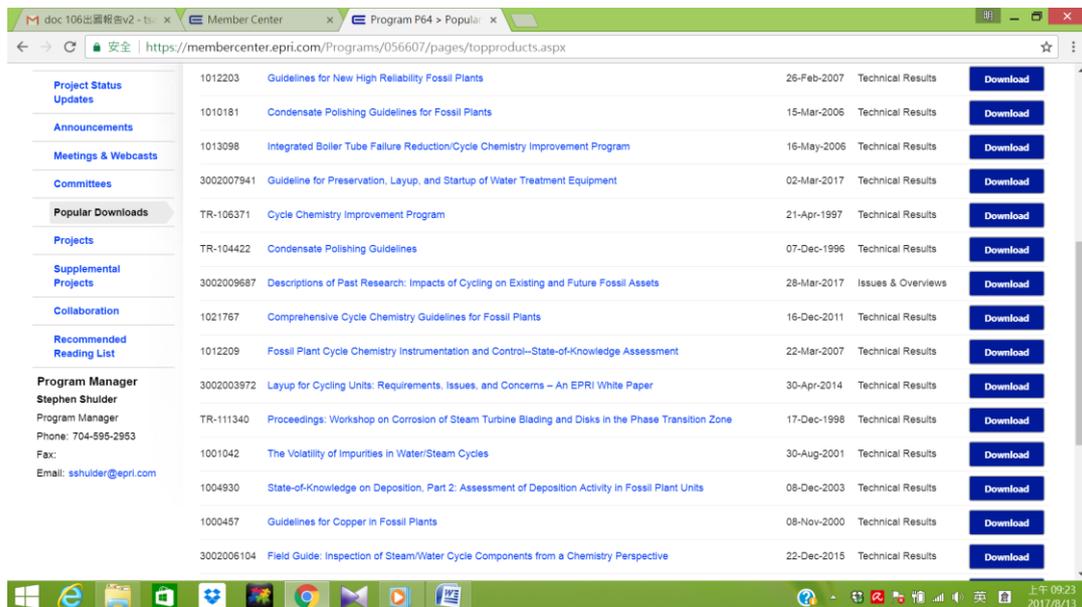


圖 5. Popular Downloads 的畫面

資料庫關聯圖如下圖所示，其中主要是 tblReport 這個資料表，其主要欄位則為文章名稱、分類、出版年、分類及原始檔案等。

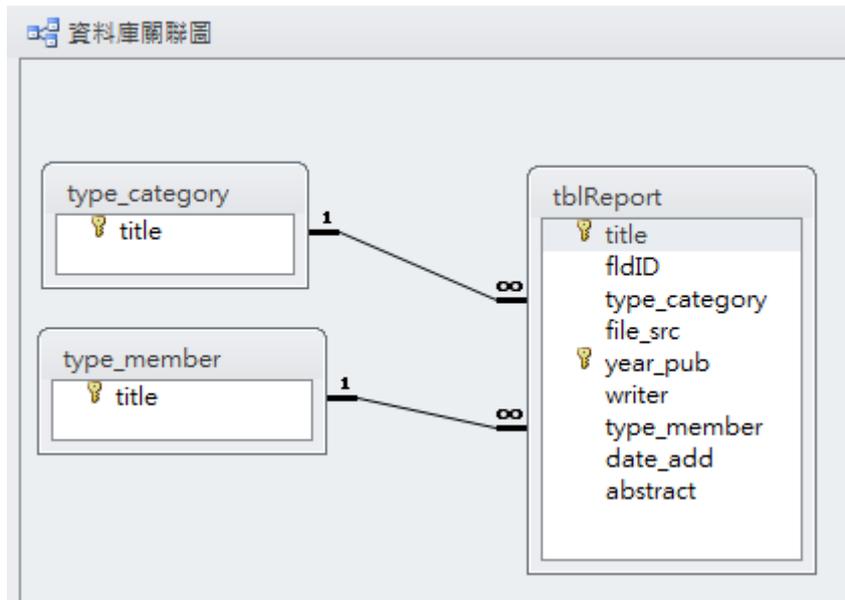


圖 6. 資料庫關聯圖

EPRI P64 技術報告維護網站的首頁如下圖所示，主要功能為報告新增及報告查詢兩項功能。



圖 7. EPRI P64 技術報告維護網站

技術報告的新增畫面如下圖所示，其中除了標題和編碼以外，比較重要的則是分類和檔案的上傳，有利於後續文件的分類以及電子檔案的下載。

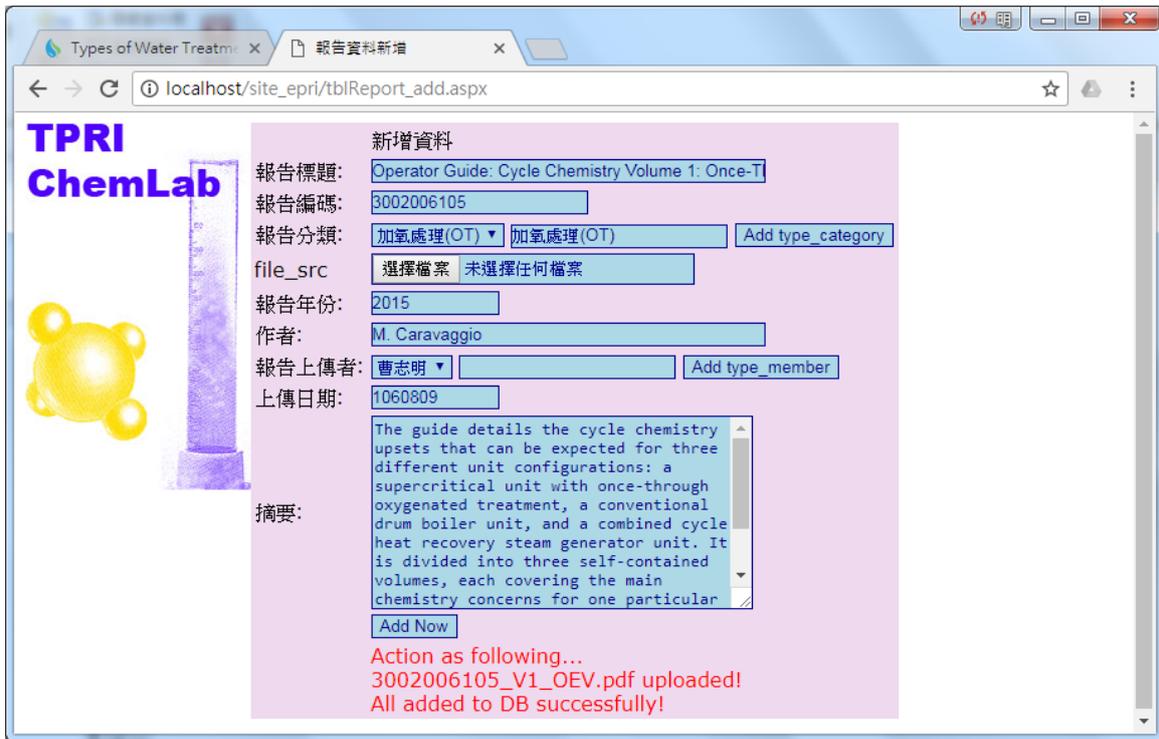


圖 8. 報告新增畫面

報告搜尋畫面如下圖所示，搜尋的輸入除關鍵字以外，也可以加上類別或是輸入者的名稱，而搜尋結果的列示只包含如標題及作者等重要資訊。

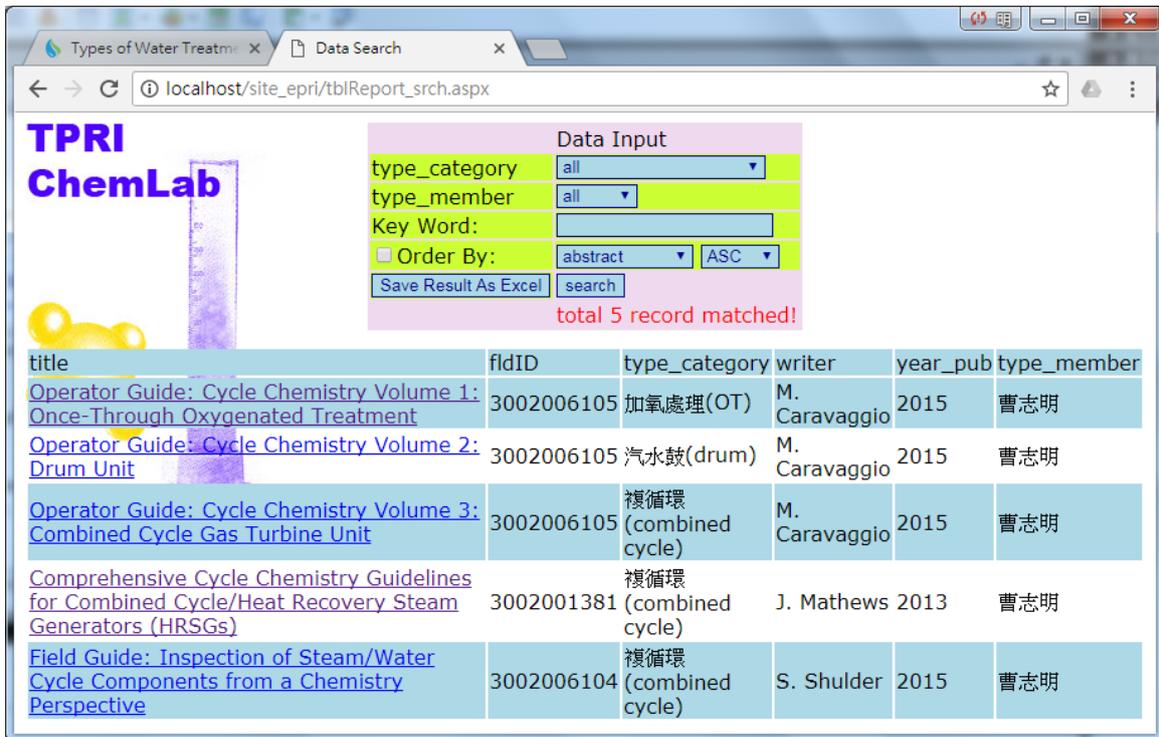


圖 9. 報告搜尋畫面

從報告搜尋畫面中點按報告標題後，即可得到如下圖所示的報告摘要畫面，相關資訊包含標題、作者、年代、報告連結及摘要等欄位。

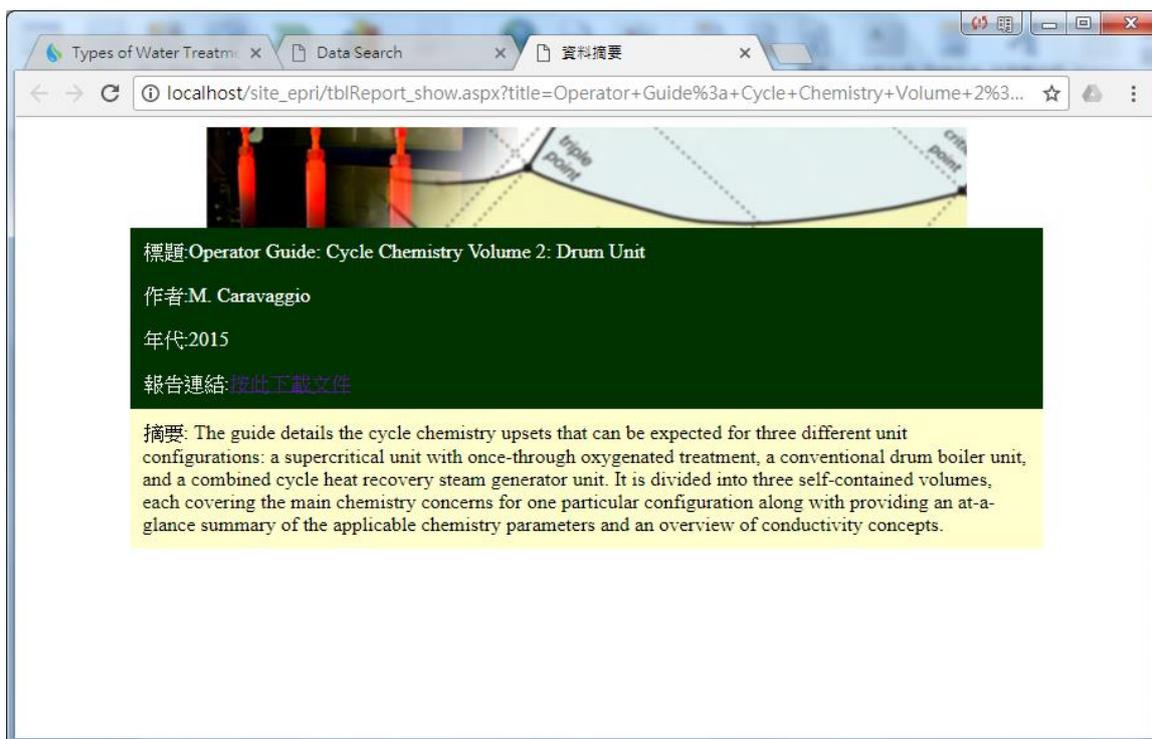


圖 10. 報告摘要畫面

而一旦點按報告摘要畫面的報告連結欄位之超連結，即可將報告下載到本地端的電腦，其結果如下圖所示。



圖 11. 報告下載畫面

3.3 系統水技術APP研發

有別於技術報告之管理網站，有必要開發一款手機 APP，提供重要技術摘要或經整理之文獻給台電技術相關部門或同仁，即利用此次研習所學之 Android 手機平台之開發工具 Anroid Studio 來開發，其執行畫面如下圖所示。這種整合型程式開發工具的典型介面都是類似的，左邊都是呈現程式綱要或是介面元件，右邊則主要是程式本文或是介面的預視畫面。

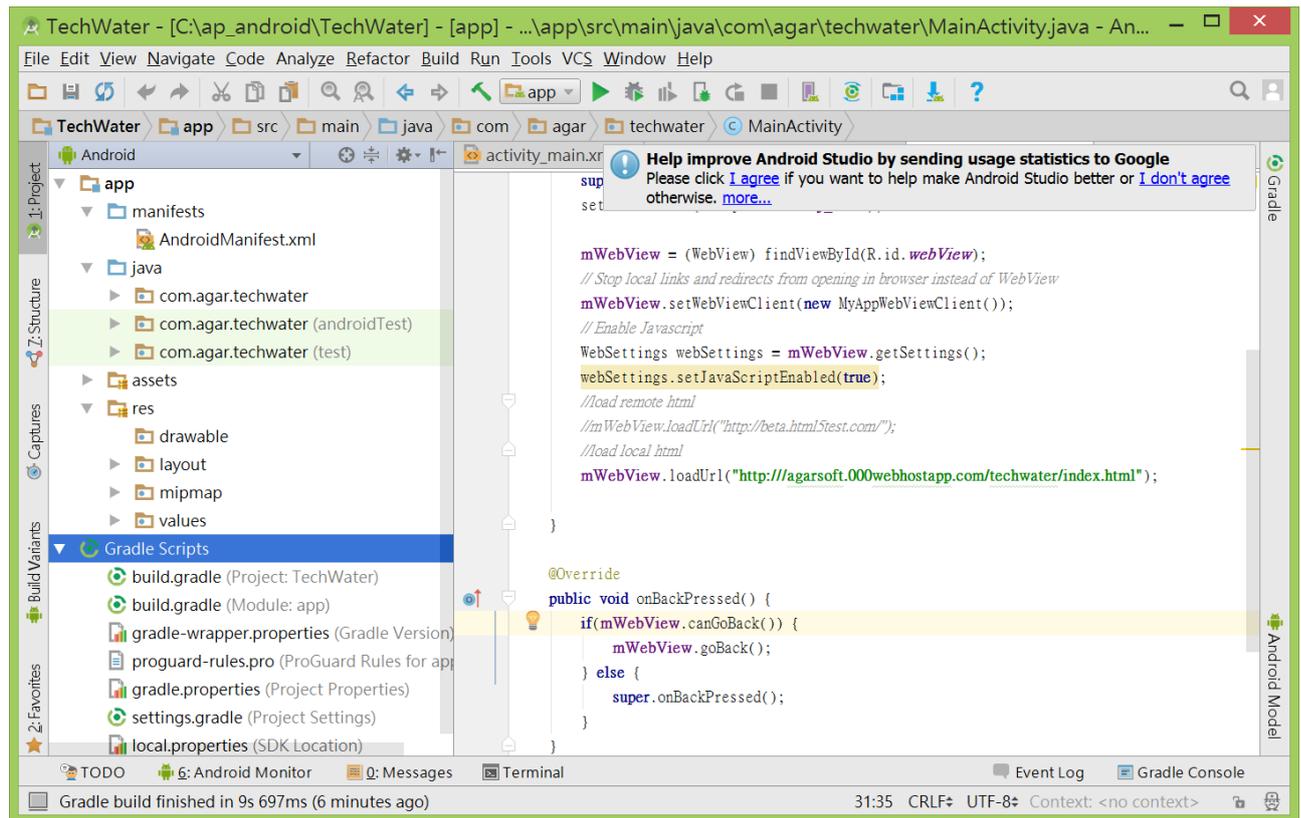


圖 12. Android Studio 2.2 的執行畫面

Android 程式之介面和事件關係如下圖所示，因為係屬 Java 程式的一個分支，所以其檔案結構是相當類似的，而其介面元件的事件觸發也是先設定之後，才在程式碼檔案加以實作出來。

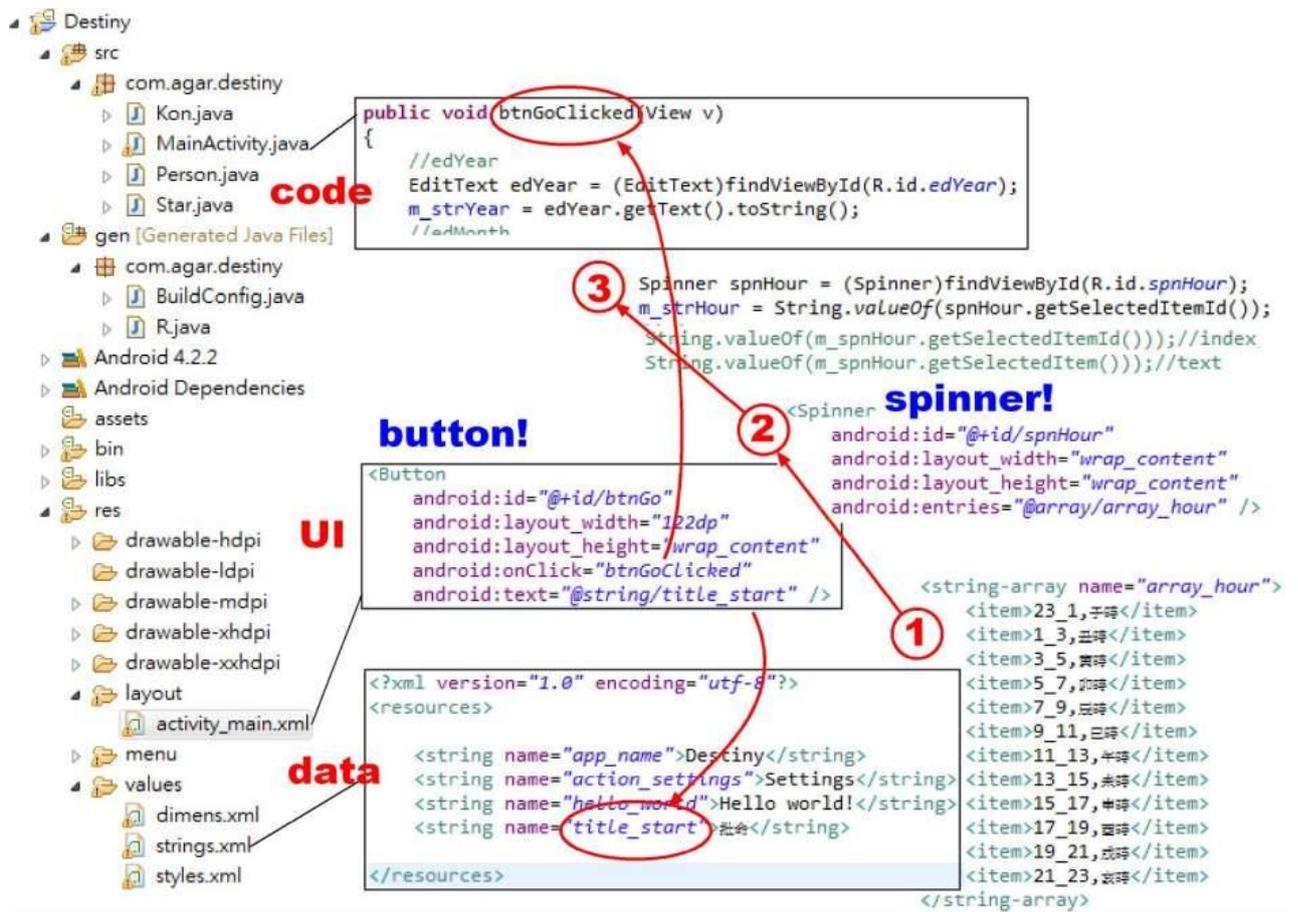


圖 13. Android 程式之介面和事件關係

Android 程式之整體設定如下圖所示，主要是 `AndroidManifest.xml` 這個檔案，其中記載大部分程式運行的重要連結。

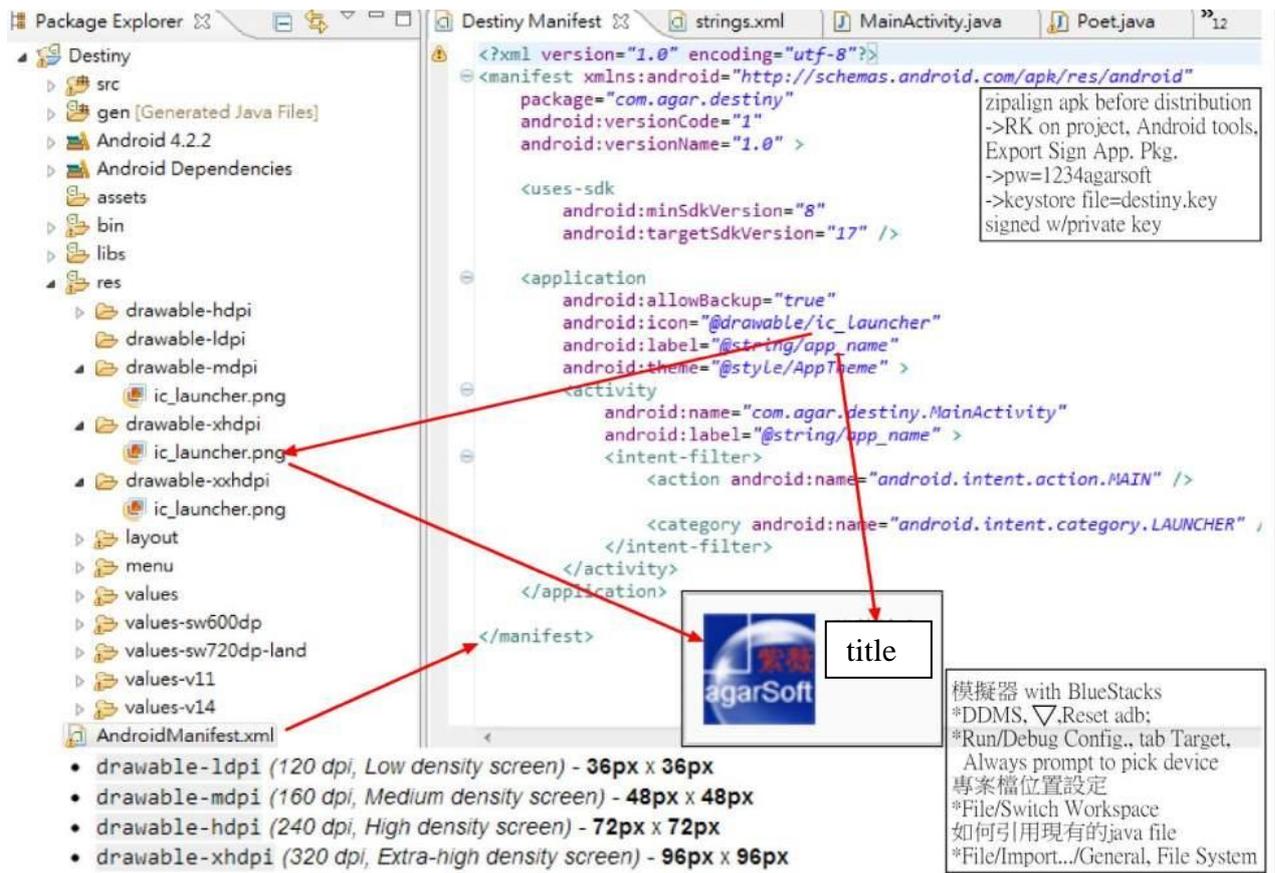


圖 14. Android 程式之整體設定

因為程式畫面將以網頁的型式來呈現，相關的 XML 設定碼如以下所示，其中最重要的為 WebView 這個元件，用以讀取網頁文件。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
```

```
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
```

```
    android:layout_width="fill_parent"
```

```
    android:layout_height="fill_parent"
```

```
    android:id="@+id/mainLayout"
```

```
    android:orientation="vertical" >
```

```
<WebView
```

```
    android:id="@+id/webView"
```

```
    android:layout_width="match_parent"
```

```
    android:layout_height="0dp"
```

```
    android:layout_weight="1" />
```

```
</LinearLayout>
```

Android 程式之畫面設計如以下二圖所示，分別為畫面及程式的呈現方式，當然修改的方式是使用任何一個畫面皆可進行修改。

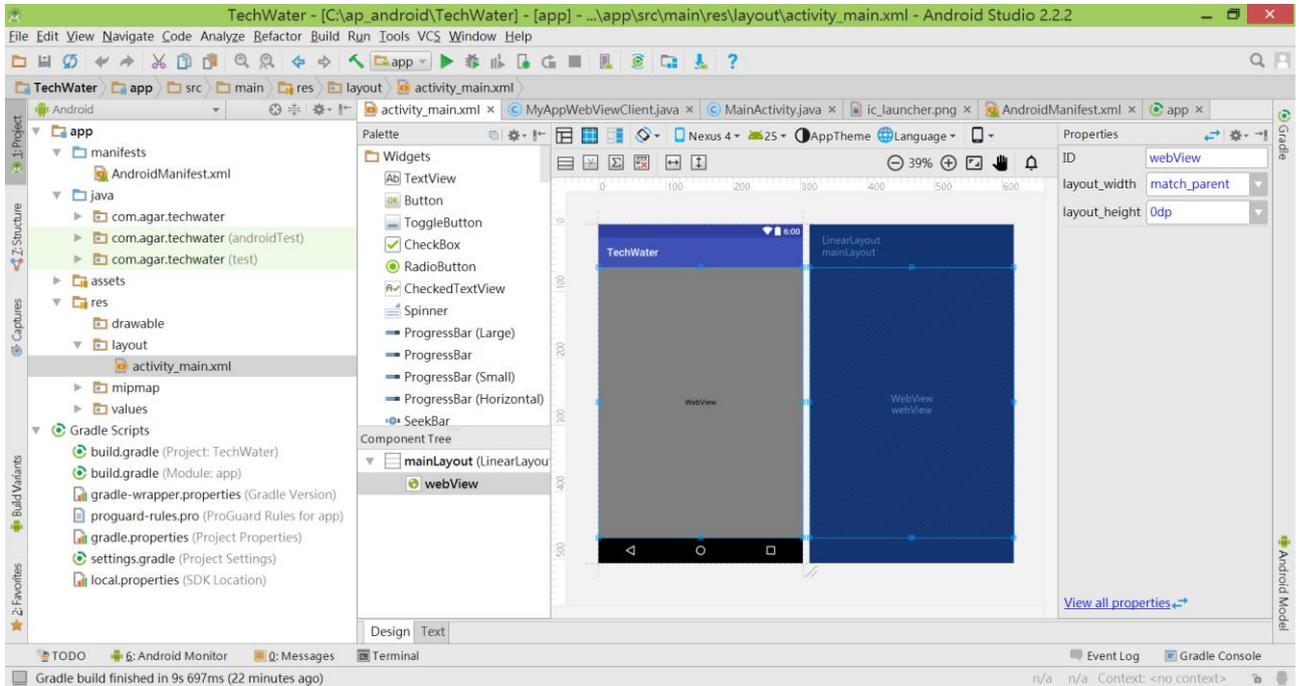


圖 15. Android 程式之畫面設計(Design 模式)

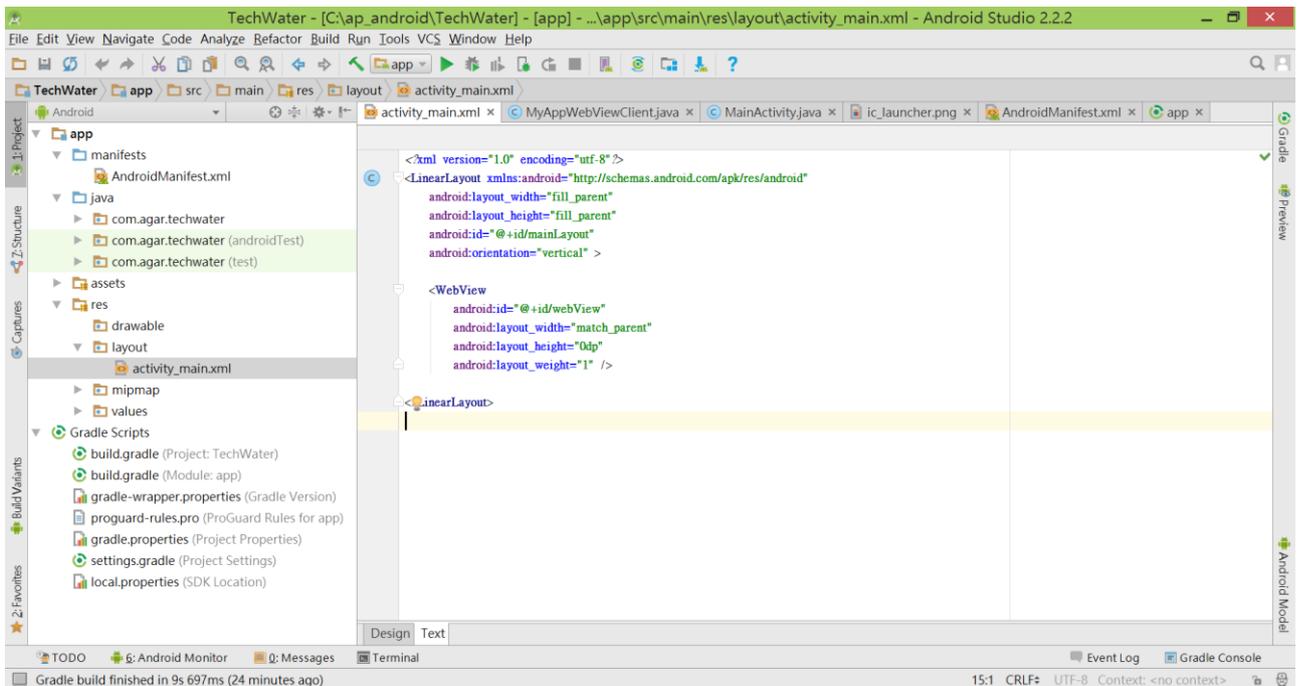


圖 16. Android 程式之畫面設計(Text 模式)

MainActivity.java 的程式碼如下所示，其中主要的功能在於程式的啟動以及畫面的設定，之後即載入文件系統中的首頁。

```
=====
package com.agar.techwater;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.os.Bundle;
import android.webkit.WebSettings;
import android.webkit.WebView;
public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    private WebView mWebView;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        mWebView = (WebView) findViewById(R.id.webView);
        // Stop local links and redirects from opening in browser instead of WebView
        mWebView.setWebViewClient(new MyAppWebViewClient());
        // Enable Javascript
        WebSettings webSettings = mWebView.getSettings();
        webSettings.setJavaScriptEnabled(true);
        //load remote html
        //mWebView.loadUrl("http://beta.html5test.com/");
        //load local html
        mWebView.loadUrl("http://agarsoft.000webhostapp.com/techwater/index.html");
    }

    @Override
    public void onBackPressed() {
        if(mWebView.canGoBack()) {
            mWebView.goBack();
        } else {
            super.onBackPressed();
        }
    }
}
```

```
}  
}
```

MyAppWebViewClient.java 的生成如下圖所示，此檔案的主要用途在於，當使用者點按網頁文件時，不會另外呼叫系統的網頁讀取程式，而直接使用目前的程式來閱讀。

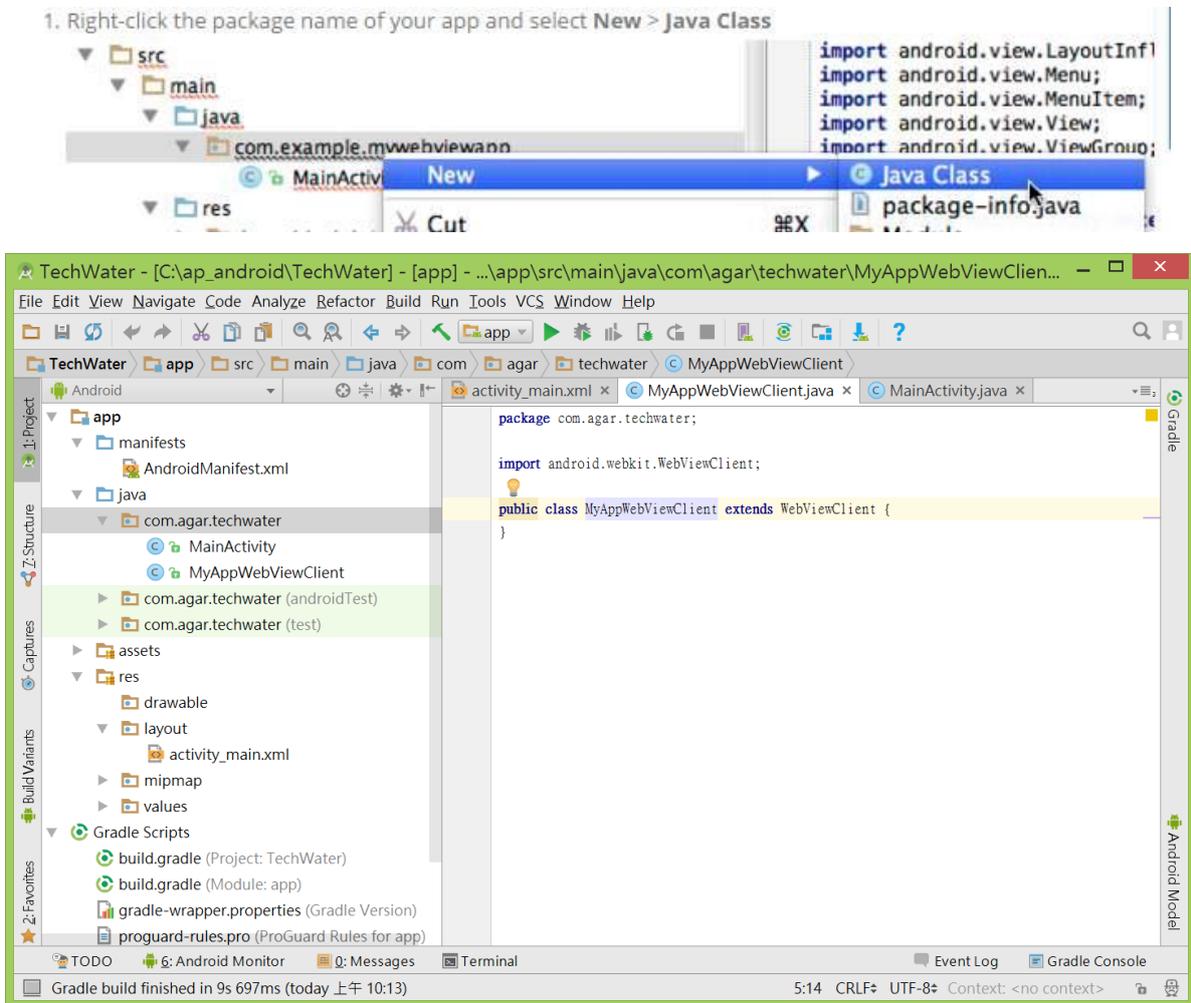


圖 17. MyAppWebViewClient.java 的生成操作圖

AndroidManifest.xml 的設定如下所示：

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"  
    package="com.agar.techwater">  
  
    <application  
        android:allowBackup="true"  
        android:icon="@mipmap/ic_launcher"  
        android:label="@string/app_name"  
        android:supportRtl="true"
```

```

android:theme="@style/AppTheme">
<activity android:name=".MainActivity">
    <intent-filter>
        <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

        <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
    </intent-filter>
</activity>
</application>
<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
</manifest>

```

有關文件檔案位置的設定如下圖所示，產生此文件夾主要目的在於存放所有的網頁文件以及所必要的格式設檔及程式等網頁資源。

RK app/New/Folder/Assets Folder, main

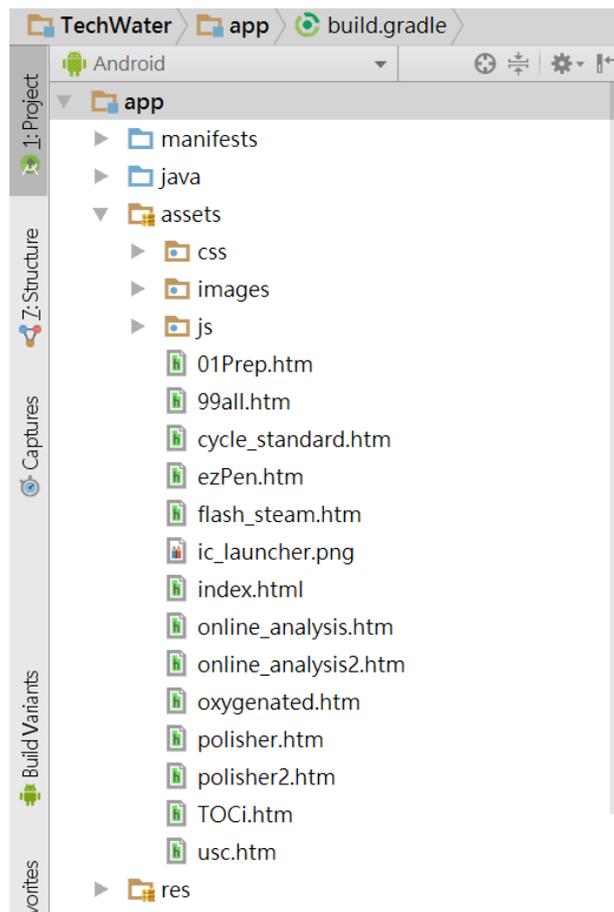


圖 18. 文件檔案位置設定圖

執行畫面如下圖所示，因為是應用 mobile jQuery 的網頁技術所製作，所以其呈現方式是以手機的畫面為主，左邊主要是各水處理技術的標題，目前先暫定為超臨界機組水與材料、線上水質分析、機組系統水水質標準、凝結水淨化器等，而右邊則是各標題下的主要內容，在研習期間已將大部分標題皆已有相對應內容可供參考應用。



圖 19. APP techwater 執行畫面

3.4 閃化蒸汽回收技術

隨著全球氣候暖化，旱澇不均現象加劇，使得水資源的應用與管理益顯重要，尤其電廠用水量甚多，更有責任進行有效的節水措施。新興火力計畫以燃氣複循環機組為主，故善用水資源有必要以複循環機組為重點，根據目前的運轉狀況，機組總排水量約占機組用水量之 90%，以大潭電廠為例，其回收水約占 45%，而排放至大氣之閃化蒸汽約占 45%，以 103~105 年除礦水廠造水量估算，回收閃化蒸汽可節約用水量約 183,186 噸/年，所以有必要進行評估閃化蒸汽回收之可行性。

之前經綜研所洽詢 EPRI(美國電力研究協會)，EPRI 專家回應提供資料告知「機組串級沖放(CASCADING BLOWDOWN)蒸汽回收」為相當普遍及經常使用之程序。而為了進一步落實此回收技術於未來新建複循環機組之設計中，規劃複循環機組沖放水全回收方式如下圖所示，左方是現在的配置；右方則是沖放水全回收應用的方式，係以大潭電廠既有水回收程序為基礎，每座熱回收鍋爐只需再增加一座一級閃化槽，原有蒸汽排放管路改以回收管路替代，即可完成閃化蒸汽回收，達成機組排水全回收功能，而其預期效益：

- (一)機組零排放，節水率由 45%提升至 90%。
- (二)回收蒸汽熱能，可提升機組出力約 0.0325%

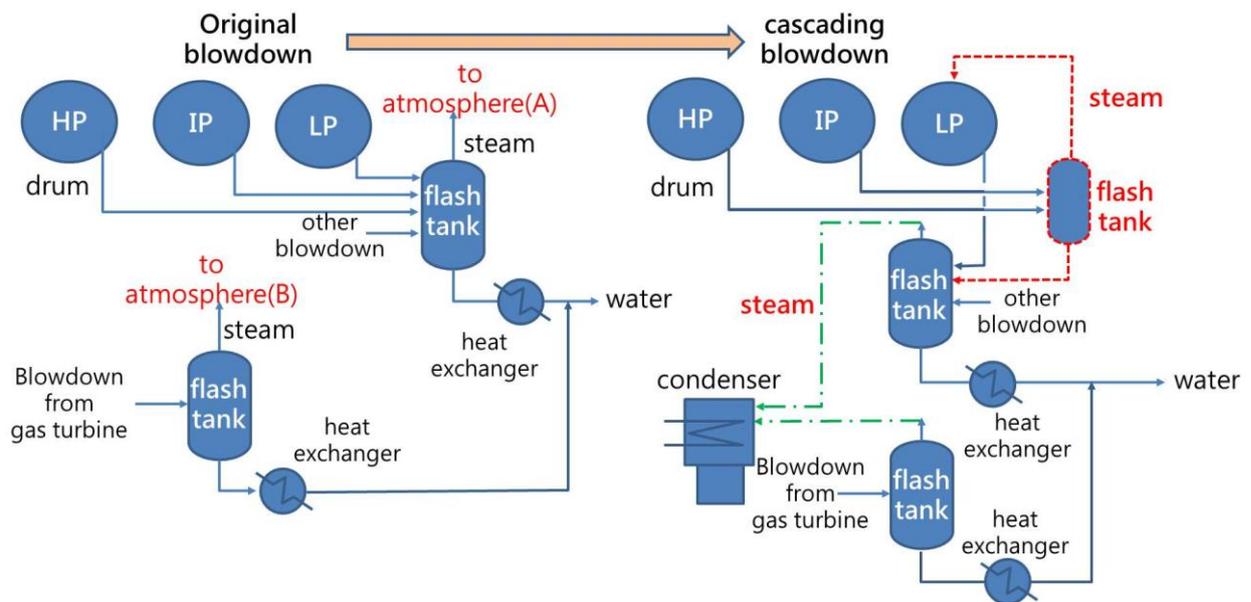


圖 20. 複循環機組沖放水全回收規劃

此次出國研習經與 EPRI 三位專家(Steve, Michael, Shoulder)討論，他們建議修改如下圖，即 IP 沖放水直接流至 LP，而不流至 flash tank，如此修改原因有二

1. 照原設計在機組起動的時候，HP 的沖放水可能會逆流至 IP 中。
2. 管線較多，改建成本高

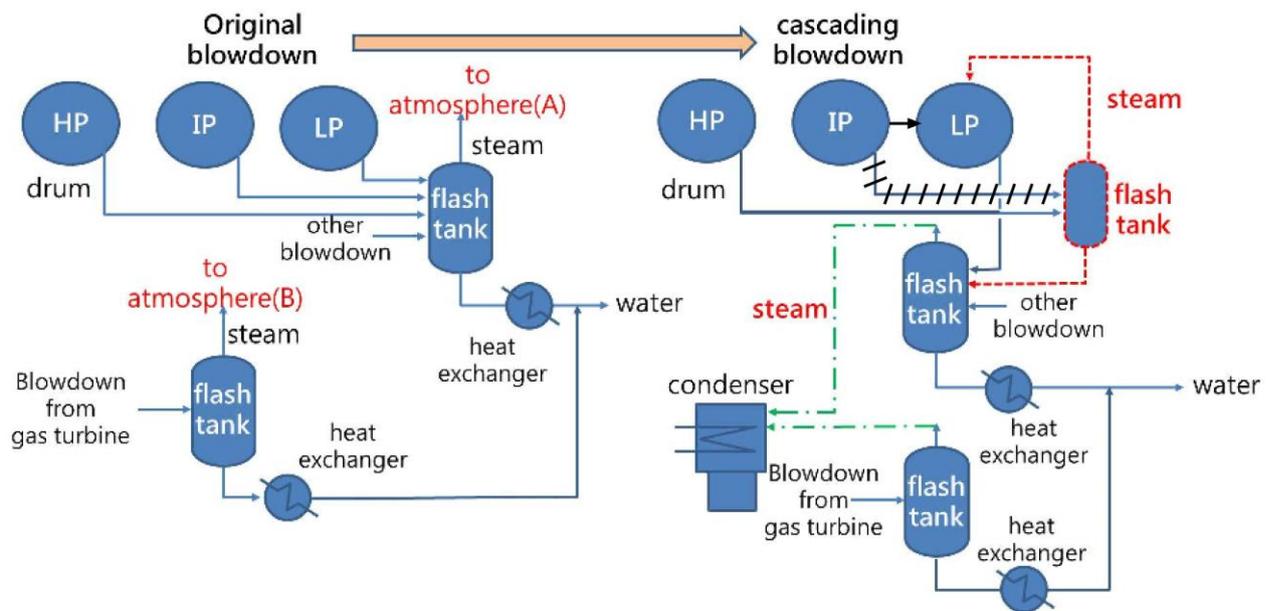


圖 21. 複循環機組沖放水全回收規劃(EPRI 專家建議)

4. Dow Chemical 參訪研習

4.1 脫硫廢水零排放處理程序

脫硫廢水之成分複雜、濃度高且具變動性，在放流水標準加嚴及管制項目增加的現況下，國內外雖尚無實廠驗證的可靠處理程序，但驗證的程序概念已有相當多種，如下圖所示即為脫硫廢水零排放處理流程之各種選項。因為此次研習的 Dow Chemical 主要水處理手段主要為離子交換樹脂和薄膜程序，所以其軟化及濃縮程序即大量使用離子交換樹脂和薄膜程序。

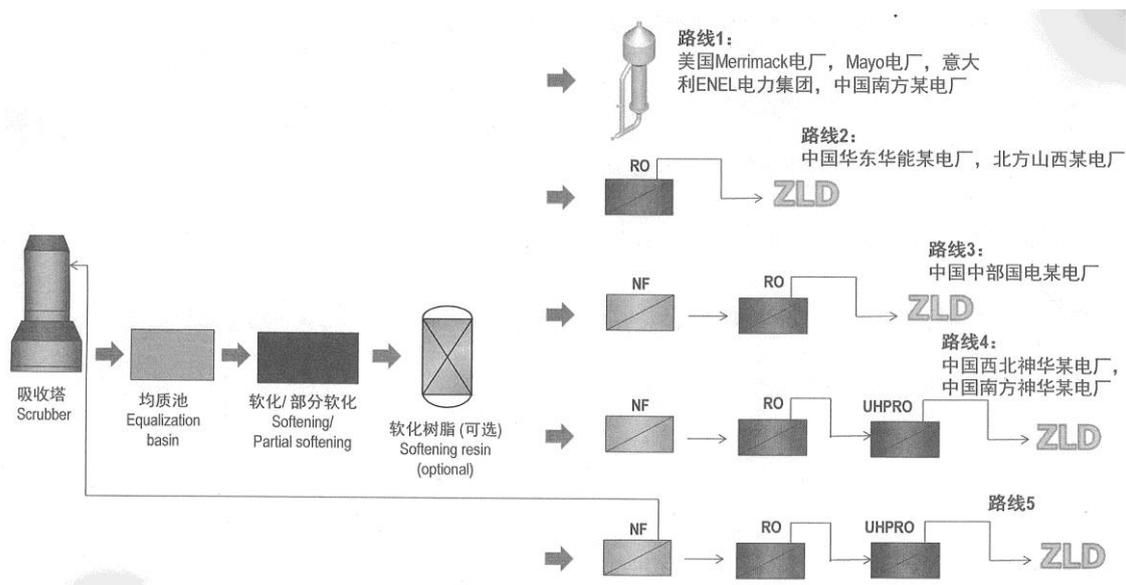


圖 22. 脫硫廢水零排放處理流程之各種選項[陶氏化學]

義大利火力電廠之零排放程序如下圖所示，值得注意的是其仍然使用化學沈澱的方式來進行軟化，其後再使用蒸發和結晶來完成，目前使用的機組為數不少，大致皆由 Aquatech 承作，唯測試的初步成果大致皆未符預期，只敢對外宣稱為部分零排放。

Table 1: List of power plants assessed

No.	Power Plant name	property of operator
1	Fusina	Enel Produzione S.p.A.
2	Torrevaldaliga Nord	Enel Produzione S.p.A.
3	Sulcis	Enel Produzione S.p.A.
4	La Spezia	Enel Produzione S.p.A.
5	Brindisi Sud	Enel Produzione S.p.A.
6	Monfalcone	A2A S.p.A.
7	Brindisi Nord	Edipower S.p.A.

Aquatech International
Aquatech International
Aquatech International
Aquatech International
Aquatech International
Veolia HPD

US EPA, AR-1217

1. 975 MW (1 x 165 MW + 1 x 170 MW + 2 x 320 MW) – 70 m3/h
2. 1980 MW (3 x 660 MW) - 50 m3/h
3. 585 MW (1 x 345 MW fluidized bed boiler + 1 x 240 MW conventional boiler) – 45 m3/h
4. 1300 MW (1 x 600 MW coal-fired power + 2 x 350 MWe gas-fired combined cycle) – 30 m3/h
5. 2640 MW (4 x 660 MW) – 80 m3/h

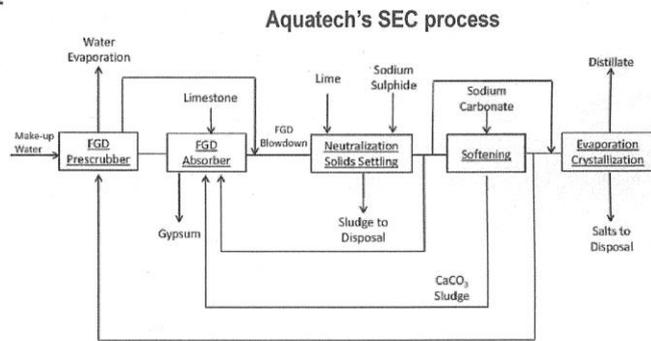


圖 23. 義大利火力電廠之零排放程序(路線 1)[陶氏化學]

中國北方山西某電廠之零排放程序如下圖所示，其重點在於使用逆滲透(RO)和正滲透(FO)來進行濃縮的模組，據稱這種組合對於能源的使用比熱法更為有效率。

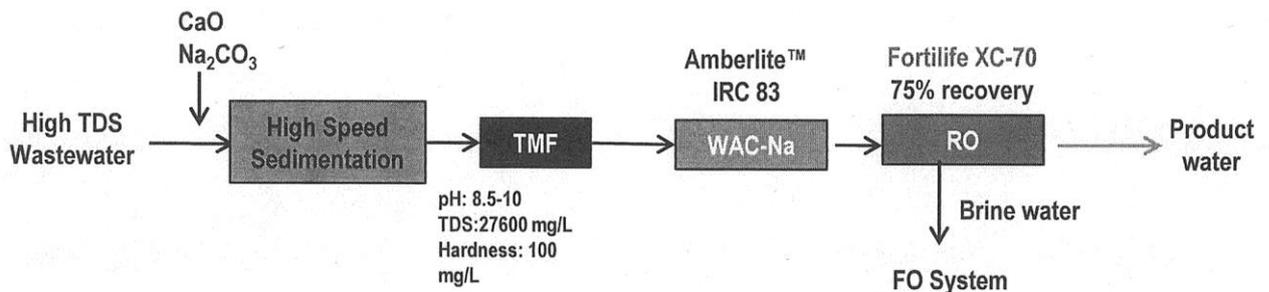


圖 24. 中國北方山西某電廠之零排放程序(路線 2)[陶氏化學]

納濾分鹽(NF)在脫硫廢水零排放處理之應用如下圖所示，該程序先使用化混方式

二價陽離子濃度，其後再使用納濾膜分離一價及二價陽離子，可有效減少後續濃縮程序的結垢可能性，預期可大幅增加程序的可用率。

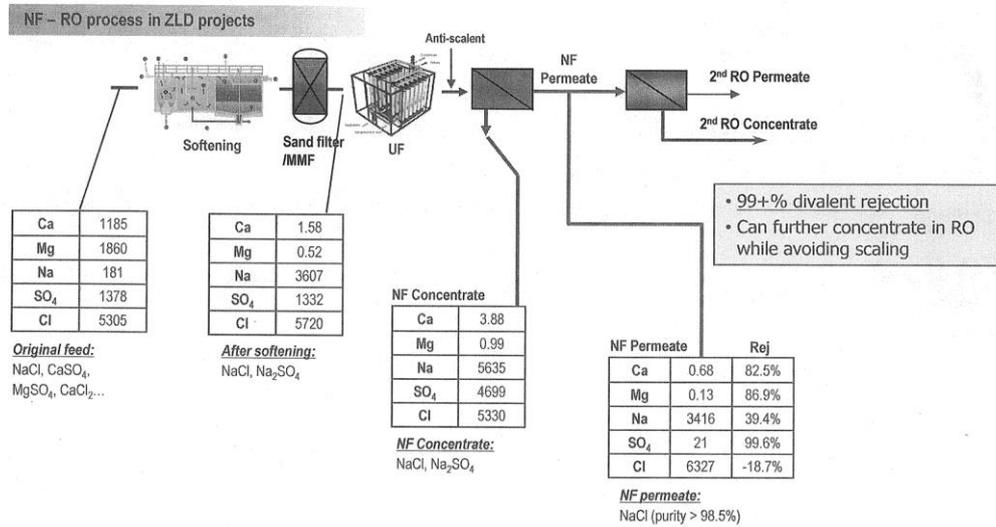


圖 25. 納濾分鹽(NF)在脫硫廢水零排放處理之應用[陶氏化學]

零排放(ZLD)廢水處理程序之成本比較約如下圖所示，成本主要集中於蒸發、結晶步驟，因此前段如何有效濃縮水量為控制成本之關鍵。

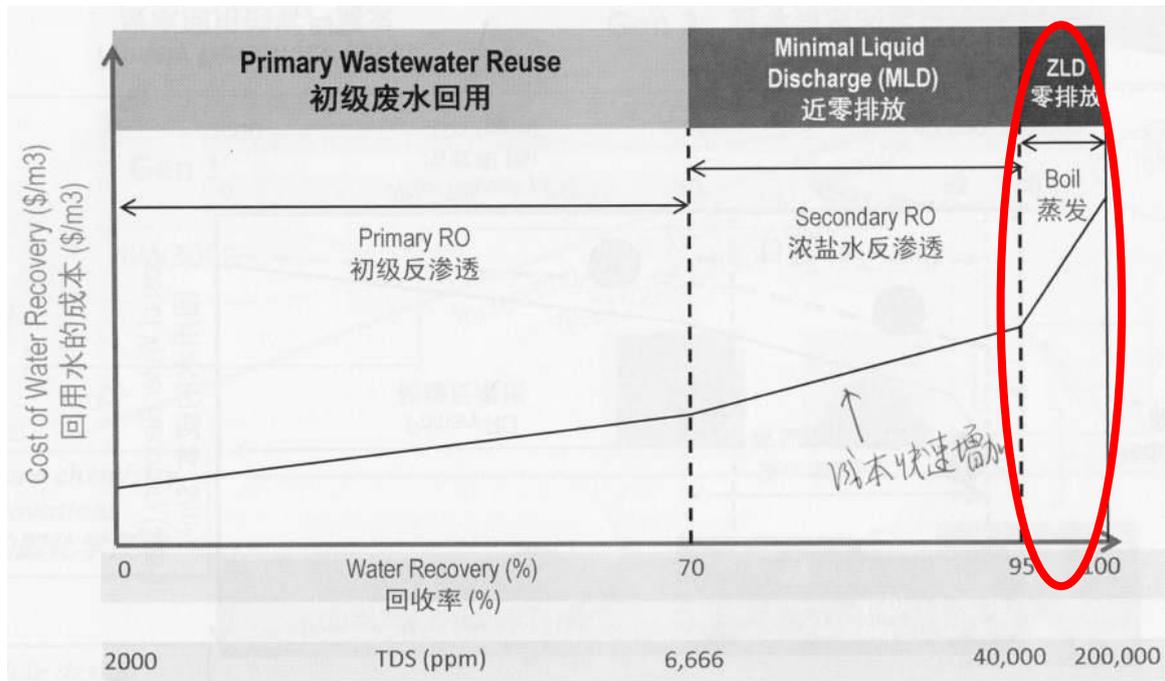


圖 26. 零排放(ZLD)廢水處理程序之成本比較

使用熱法的脫硫廢水零排放處理程序(MVR)特點為可進行水回收及濃縮結晶物的應用，典型的程序如下圖所示。有關固體廢棄物資源化利用方面，污泥脫水後可結合電廠煤灰進行固化，製成藻礁投放，而程序所產生的濃縮鹽結晶可作為儲熱材料，利用機械能、電能、熱能等不同能量型態的轉換，來達成儲存能量及調控運用的目的。常見儲熱材料可分為顯熱能儲存 (sensible heat storage)、潛熱能儲存 (latent heat storage) 與熱化學能儲存 (thermochemical energy storage)。潛熱能儲存能量儲存密度高，且可在特定溫度下進行熱量儲存應用之優點，為目前主要應用材料，一般又稱為相變化儲熱材料 (phase change material, PCM)。

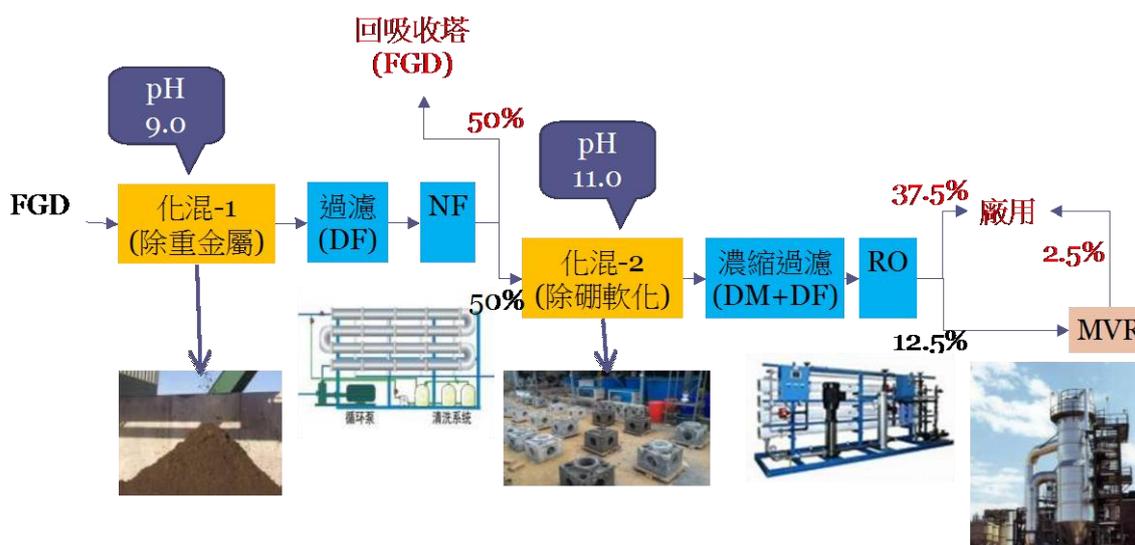


圖 27. 脫硫廢水零排放處理程序(MVR)

4.2 廢水零排放處理技術

此次研習過程，瞭解廢水零排放處理的重點及可能的問題及解決方案，如下各段所述。有關設計及選用程序的重點項目如下各點所示，也就是全面性的考量和系統的限制條件所在：

1. 水的化學成分為何(chemistry)?
2. 蒸發速率為何(evaporation rate)?
3. 水的前處理為何(pretreatment)?
4. 設備設置的空間限制為何(space issues)?

5. 各程序的規格為何(specifications)?
6. 能源取得的限制為何(energy limitations)?
7. 預算的限制為何(budget limitations)?

重要的離子成分(Key Ionic Components)如下所示，當然不只和法規有關，更重要的是和未來程序運轉有關。

- Ca (Calcium)
- Na (Sodium)
- Mg (Magnesium)
- Cl (Chloride)
- SO₄ (Sulfates)
- Silica
- Ammonia
- Boron (for FGD)

鈣(Calcium)

1. 氯化鈣溶液溶解度高

- 有效提高沸點
- 增加腐蝕的可能性

2. 高度結垢性

- 碳酸鈣
- 硫酸鈣

碳酸鈣和硫酸鈣的溶解度皆隨著溫度增加而降低

鈉 (Sodium)

1. 當數量足夠時有益去除氯化物

2. NaCl 在濃度 28%時會形成結晶。

3. 可用以限制鹽水中的氯離子濃度

- 降低腐蝕的可能
- 允許更少的外來材料

- 減少 BPE，指沸點上升的程度

硫酸鈣(CaSO₄)

- 形成 CaSO₄ 時對系統有害
- 有足夠的量時，有利於晶種的生成
- 和二氧化矽共沉澱
- 低溶解度
- 對 BPE 的影響不大

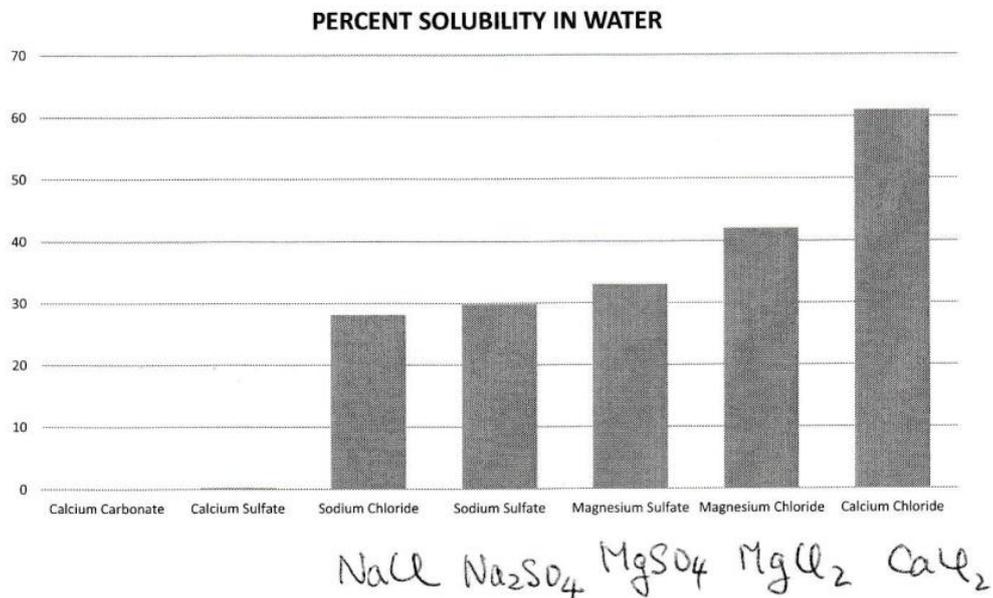


圖 28. 各種物質的溶解度

二氧化矽(Silica)

- 二氧化矽
- 會在傳熱面生成結垢物
- 不容易清理
- 溶解性
- 在 pH7 時為 150-200 ppm
- 溶解度隨 pH 的增加而增加
- 沉澱

- 幾乎與任何物質形成共沉澱

氨(Ammonia)和硼(Boron)

1. 考慮氨和硼的來源。
2. 氨和硼會在蒸發器中揮發，會和蒸汽一起騰帶。
3. 揮發的量取決於複雜的平衡



4. 平衡和 pH 極為相關

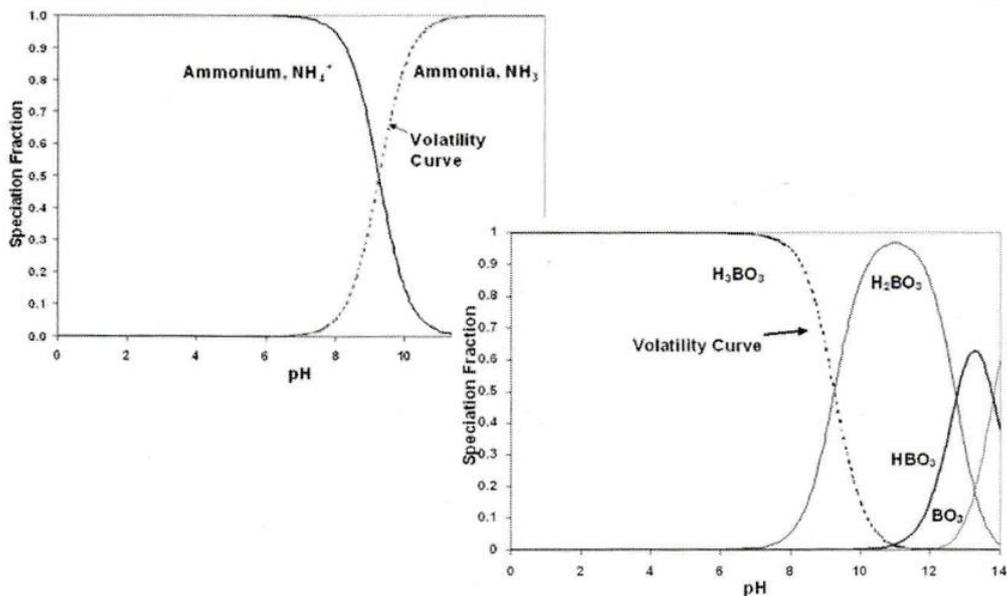


圖 29. 氨(Ammonia)和硼(Boron)的平衡圖

至於蒸發器的問題，則如以下所示：

問題 1: 沸點的上升(Boiling Point Elevation, BPE)

- 在同樣的壓力下，含有溶解固體的溶液比純水在較高溫度下才會沸騰。
- 溶液與純水之間的沸騰溫度差被稱為沸點升高 (BPE)。
- 一般來說，溶液的 BPE 隨著 TDS 的濃度增加而上升。
- 懸浮固體對 BPE 無貢獻。

問題 2: 結垢的問題

- 結垢是不溶性鹽的沉澱，因此粘附到容器表面。
- 最不易溶解的離子是最有可能結垢的。
- 最常見的結垢物是：
 - 碳酸鈣 CaCO_3
 - 硫酸鈣 CaSO_4
 - 二氧化矽 SiO_2
 - 或它們的組合

為了實施結垢控制(Scaling Control)，可採用的機制如下各點所示

1. Threshold: 透過抑制劑對晶核生長點的吸附占用，當抑制劑濃度太低而完全抑制時形成，晶體的結構有可能改變。
2. Crystal growth
3. Crystal distortion: 使晶體形狀發生變化，造成鬆散、容易移除的沉澱物。
4. Dispersancy(分散性)

蒸發器發泡(Evaporator Foaming)是一項值得關注的問題

- 原因: 調整表面張力和穩定液氣界面的有機化合物和界面活性劑
- 其造成的後果則如以下各點所示：
 - 和純淨蒸汽同時的泡沫騰帶(carry-over)作用
 - 高電導率的蒸餾水
 - 對蒸汽壓縮機有害

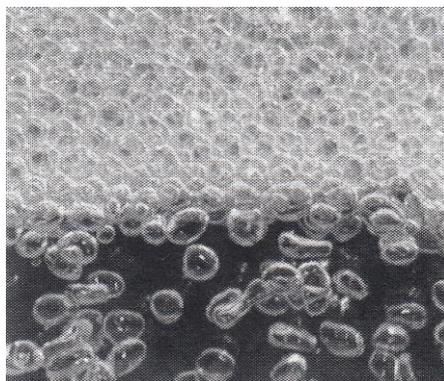


圖 30. 蒸發器發泡圖

有關蒸發器使用的重要經驗法則(Rules of Thumb)

1. 使用蒸汽來運行結晶器
2. 當濃縮因子 >10 時，導致蒸汽壓縮沒有蒸汽可用
3. $Ca/SO_4 > 0.55$ 時，對結晶器的運轉相當不利
4. $Steam\ flow(\#/H) = Evaporation(\#/H)/\# Effects$
5. $Cooling\ water(GPM) = 10\% Steam\ Flow(\#/H)$

有關蒸發器使用的問題排除(Troubleshooting)約如下表所示

問題	可能原因
蒸發率太低	<ol style="list-style-type: none">1. 溫差不足2. 熱傳表面已經有結垢3. 循環不足4. 性質改變導致沸點上升得太高
消泡劑不起作用	<ol style="list-style-type: none">1. 化學成分改變2. 消泡劑加太多3. 消泡劑加太少
濃縮物太多	飼水的濃度太濃
機械蒸汽壓縮	<ol style="list-style-type: none">1. 使用太多的蒸汽:蒸發器太清澈而壓縮機的能量輸入太少，或是前加熱器結垢了。2. 壓縮機發生 surging 現象：蒸汽量太少

蒸發器尺寸的選用條件(Sizing an Evaporation System)

1. 飼水的流率(flow rate)
2. 飼水的化學成分(chemistry)
3. 排放的限制要求(discharge)
4. 水電使用的限制(utilities)
5. 預算的限制(budget)

如何評估廠商的提案(Evaluating the Offer)

1. 設備成本是多少？
2. 運營成本是多少？
3. 使用何種材料？
4. 安裝有多容易？
5. 所需面積多大？
6. 供應商是否曾經蒸發過這種鹽水？
7. 供應商的運營經驗為何？
8. 有足夠的電力、蒸汽和冷卻水嗎？
9. 再循環率是多少？
10. 容器尺寸多大？
11. 設計的靈活性如何？

4.3 電業循環經濟之創新平台

大數據、智慧製造、移動通訊與雲端技術(簡稱大智移雲)的出現，幾乎讓所有產業發生典範轉移，近年來更因資通訊技術(ICT)之軟硬整合及虛實結合等綜效日益成熟，對各專業的滲透性更是與日俱增。如下圖所示，即為各專業領域可資應用資通訊技術的設想圖，其中 SCADA(supervisory control and data acquisition)可能提供大數據的來源，而 DSS(Decision Support System)則是決策支援系統，ES(Expert System)是專家系統，NLP(Natural Language Processing)則是自然語言處理相關技術。

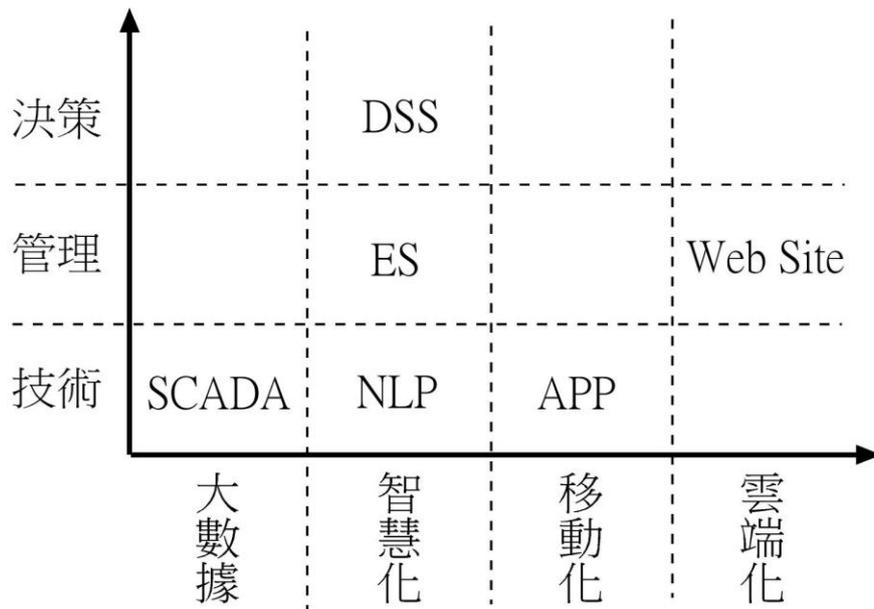


圖 31. 各專業領域應用資通訊技術的設想圖

下圖是利用 Stanford CoreNLP 自然語言處理技術所開發的應用實例，語法剖析技術所得的結構圖其實是後續語意分析的基礎，所以也是人工智慧研發的核心技術之一。

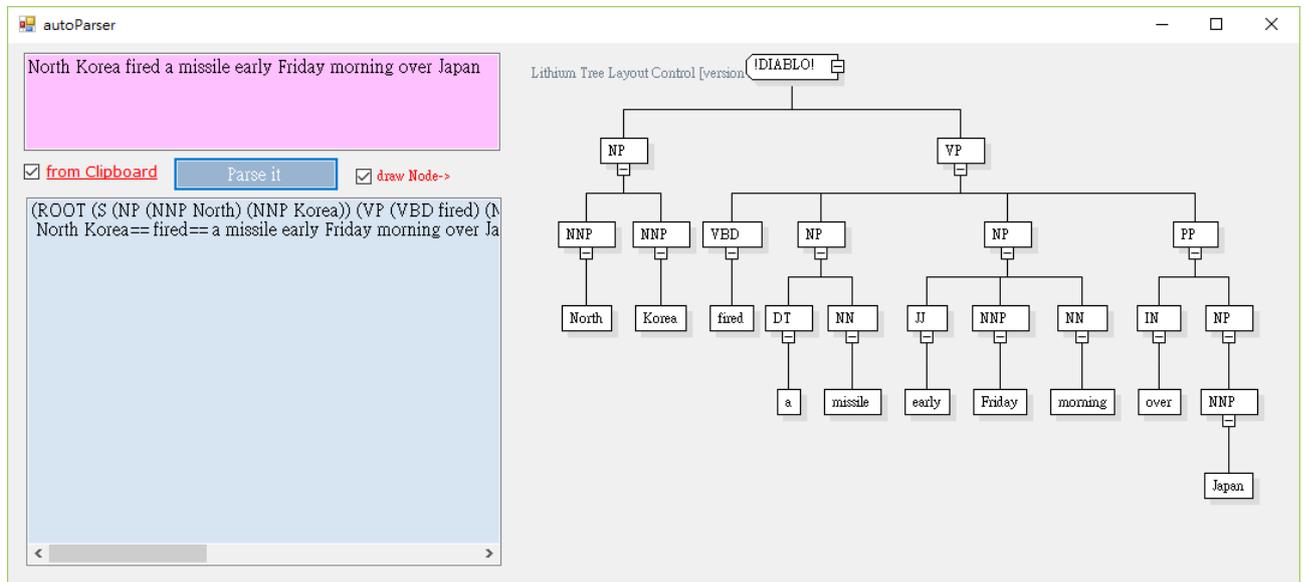


圖 32. 自然語言處理的語法剖析技術

對於傳統製造業來說，智能製造無疑是對產業衝擊影響最大的一個領域，如下圖所示，即為產業智慧化的過程示意圖，生產流程相關的大數據，一般可透過物聯網(Internet of Thing, IoT)取得，而經由專業知識的應用，將可獲得智慧化的規則，從而實現產業的智慧化。

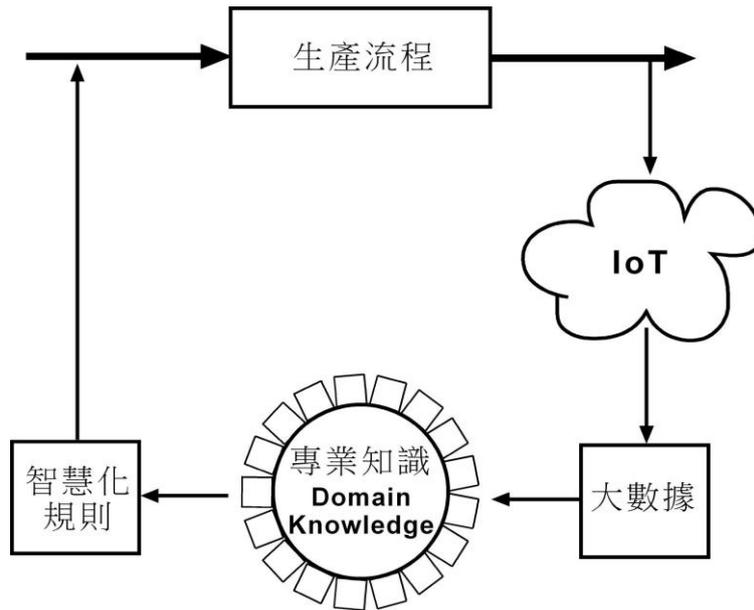


圖 33. 產業智慧化的過程

隨著環保意識的抬頭，循環經濟也逐漸成為一種可行的經濟模式，如下圖所示的海洋牧場架構圖，其目的也在於利用海洋牧場的實作，在生態電廠中體現循環經濟中對電業可循環資源的整合應用。

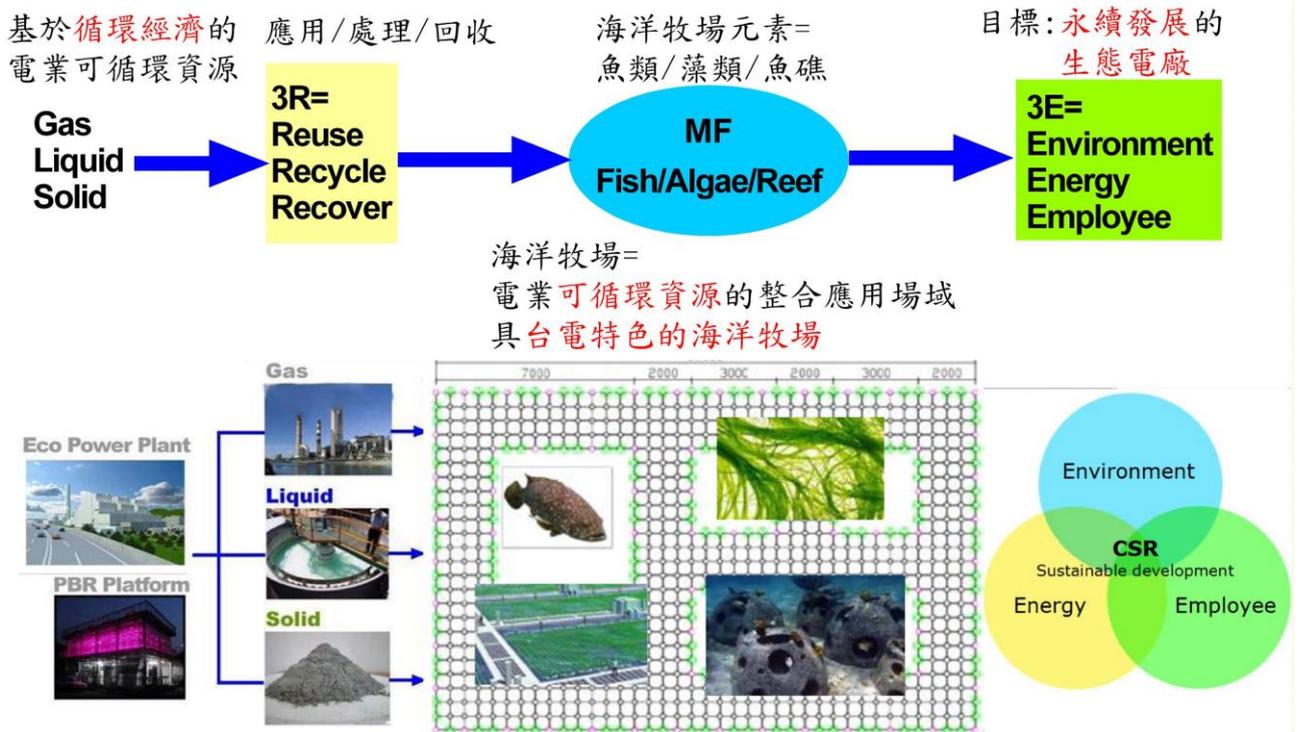


圖 34. 具台電特色的海洋牧場架構圖

而實務上，單一技術往往難以解決一個實際發生的問題，唯有透過有經驗的專家或花費甚多的模廠試驗才能完成各單一技術的整合應用。此次研習過程，針對此一問題的研討結果心得是可透過網路平台的快速連結性，同時透過平台上的智慧型技術整合功能來解決實務問題，媒合的演算法為其運作核心。如下圖所示，是此次研習過程對於此種構想的具體架構圖，主要將以供應端及需求端為對象來思考建置相對應的功能，將據以申請專利，建立一個智慧化的電業循環經濟創新平台。

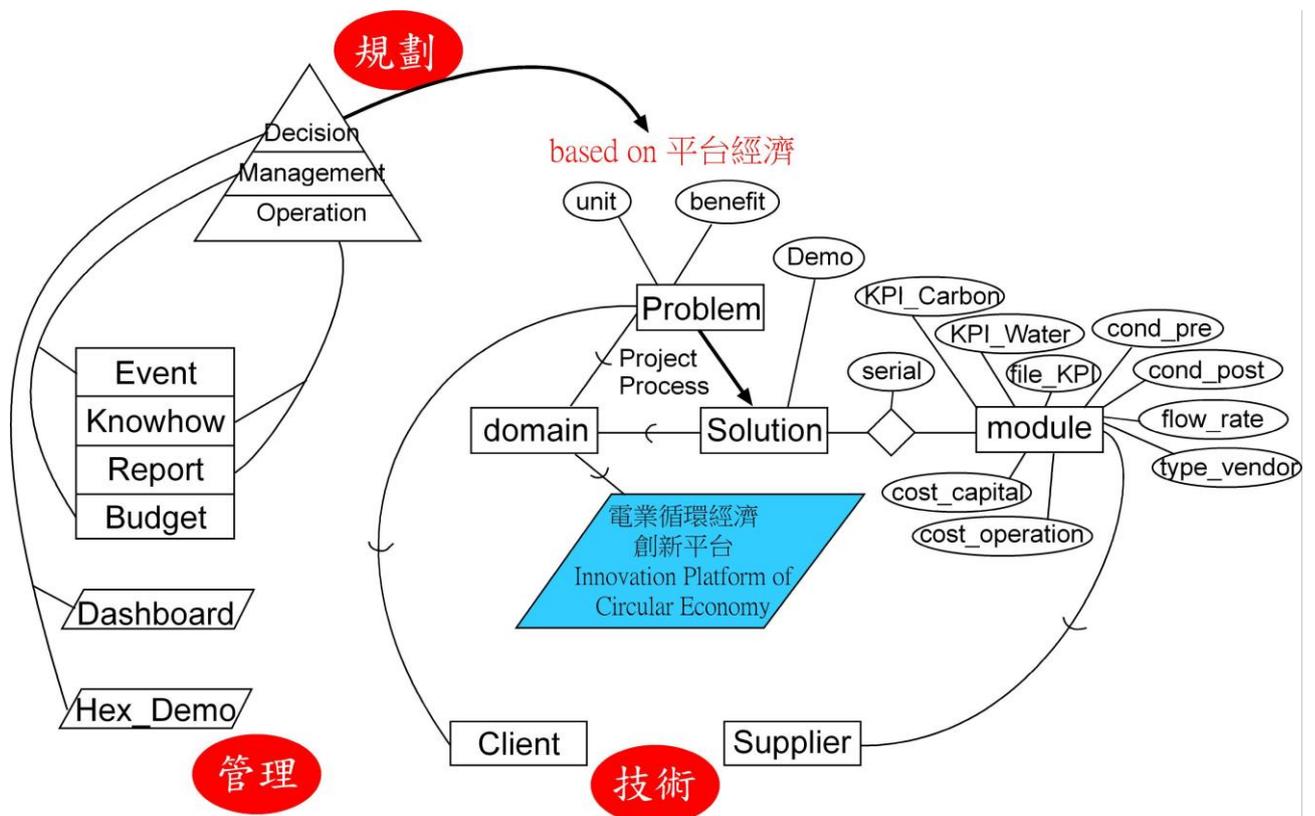


圖 35. 循環經濟創新平台架構圖

5.心得與建議

1. 今年是台電公司參加 EPRI P64 研發計劃的第一年，此次至美國 Palo Alto 之 EPRI 研習過程，首先即討論確定將在今年 10 月中旬由 EPRI 專家至台電公司進行 workshop 和 assessment 兩項工作規劃，日期分別為 10 月 16-17(綜合研究所)以及 10 月 18-20(林口發電廠)，希望經由參加此研發計劃可達成本公司系統水處理技術提升及維持機組正常運轉的目標。
2. 新興火力計畫以燃氣複循環機組為主，故善用水資源有必要以複循環機組為重點，而閃化蒸汽回收即為其重要一環。為達成機組排水全回收目標，目前規劃每座熱回收鍋爐只需再增加一座一級閃化槽，原有蒸汽排放管路改以回收管路替代，即可完成閃化蒸汽回收，此次出國研習經與 EPRI 專家研討，經其建議只須管路稍加修改即可。
3. 參加 EPRI P64 計劃後，為了有效進行知識傳播及技術移轉，利用此次研習心得，應用 ASP.NET 技術建置一個技術報告的管理網站，除了進行報告的收集和管理，同時也可供台電同仁日後的存取閱讀。另外應用 Android Studio 自行開發 Android 手機版的 APP 程式，將利用此程式推播(push)重要技術摘要或經整理之文獻給台電技術相關同仁，目前已完成類別包含超臨界機組水與材料、線上水質分析、機組系統水水質標準及凝結水淨化器等。
4. 脫硫廢水之成分複雜、濃度高且具變動性，在放流水標準加嚴及管制項目增加的現況下，國內外雖尚無零排放實廠驗證的可靠處理程序，此次研習過程得知零排放的概念程序已有相當多種，其中值得關注的技術項目主要為薄膜程序的應用，如高壓逆滲透和正滲透皆可有效降低濃縮過程的能耗，而納濾分鹽的應用不只可有效減少後續濃縮程序的結垢可能性，另外因可提升結晶物的純度，將有利於後續產物應用可行性。
5. 基於循環經濟的理念，海洋牧場應積極的定義為電業可循環資源的整合應用場域，為具生態電廠特色的海洋牧場。此次研習心得就是提出電業循環經濟創新平台的構想，希望透過網路平台的快速連結性和平台上的智慧型技術整合功能，分別以供應端和需求端為對象來思考建置相對應的平台功能，將據以申請專利，建立一個智慧化的電業循環經濟創新平台以落實台電生態電廠的理想。