

## 水資源經營與管理研習行程表

研習期間：2000 年 6 月 28 至 12 月 23 日

日期	研習地點	研習內容
2000 年 6 月 28 日	台北 - 舊金山	啟程
2000 年 6 月 28 日至 12 月 23 日	加州大學戴維斯分校	水資源經營與管理
2000 年 9 月 18 日至 9 月 22 日	科羅拉多州丹佛市	參觀訪問美國墾務局及其所轄水利設施
2000 年 10 月 23 日至 10 月 27 日	美國陸軍工兵團水文中心（戴維斯市）	研習水文頻率專業課程
2000 年 11 月 27 日至 12 月 1 日	加州蒙特利市	參加 2000 年加州水資源年會
2000 年 12 月 4 日至 12 月 8 日	美國陸軍工兵團水文中心（戴維斯市）	研習 GIS 在水資源管理上的運用
2000 年 12 月 23 日	舊金山 - 台北	歸國

## 研習人員名單

姓名	服務單位	職稱
莫評任	經濟部水利處南區水資源局	副工程司

## 摘要

台灣南部係本省之農業與工業重心，因人口與經濟活動的增加，都會區發展迅速，都市及工業用水之需求日益迫切。目前雖已有若干水庫營運使用中，但由於先天降雨時空分佈不均，水庫蓄水仍不敷所需，因此缺水事件頻傳，嚴重影響經濟發展；加上台灣河川特性坡陡流急，於雨季時常常造成水患，且由於農牧業的廢水排放造成河川水源汙染，影響飲用水質甚巨。凡此種種皆為台灣南部地區迫切解決之問題，近年來環保意識抬頭，大型水資源開發計畫（如美濃水庫）往往受阻於民意；供水單位為了供應質佳且量足之水源，常常捉襟見肘，窘態盡出，為了解決此一連串問題，實應由整個水資源管理的方向著手，諸如防洪、給水與水質改善，由河川上游至下游做一完整之經營與管理。為求規劃時之完整性及正確性，擬引進國外先進國家之技術及觀念，因此擬訂此次出國研究實習計畫，以期至先進之西方

國家 美國，學習其對於整體水資源經營與管理之技術與經驗，以為日後工作之借鏡。

## 壹、目的

台灣地區地狹人稠，天然資源缺乏，惟賴經濟發展以立足國際；南部地區為本省之農業與工業重心，係台灣經濟發展之重要命脈，近年來由於人口與經濟活動的增加，都市發展迅速，都市及工業用水之需求日益迫切，目前雖已有若干水庫營運使用中，但由於先天上降雨分佈不均，水庫蓄水仍不敷所需；因此，缺水事件頻傳，對於經濟成長及居民生活均有負面之影響；加上台灣河川特性坡陡流急，於雨季時常常造成下游水患，且由於農牧業的廢水排放造成河川水源污染，影響飲用水質甚鉅；凡此種種皆為台灣南部地區迫切解決之問題。

近年來環保意識抬頭，大型水資源開發案（如美濃水庫）往往受阻於民意，供水單位為了供應質佳且量足的水源常常捉襟見肘；經濟部水利處南區水資源局有鑑於此一連串問題應從整個水資源管理方向著手，諸如防洪、給水與水質改善，由河川上游至下游做一完整之經營與管理，故擬定此次出國研習計畫，由本人至西方先進國家 - 美國學習其對於整體水資源經營與管理之經驗與觀念，以為日後工作之借鏡。

## 貳、過程

本計畫係依經濟部八十九年度人員出國研究實習案辦理，經本部甄試合格後通知本人辦理出國事宜，本次研習計畫係透過美國加州康郡防洪局資深工程師鄔寶琳博士安排至加州大學戴維斯分校（U.C DAVIS）土木環工系從事水資源經營與管理之專題研究；經該校給予正式邀請函並同意本人以訪問學者之身分於該校跟隨 Devries 教授從事水資源方面之研究。Devries 教授為該校資深之水利專家，專長為水文數值模擬及水工模型試驗，並為該校水工試驗室之主持人；研習期間自八十九年六月二十八日至十二月二十三日，期間大部分時間於該校水工試驗室（圖一）接受 Devries 教授的指導，學習學理方面的知識，並於研習初期、中期及末期經該系及 Devries 教授之安排至相關單位參訪及參加課程訓練，以接觸實務之經驗。

由於 Devries 教授為加州水資源局之顧問，研習初期經其引見拜訪加州水資源局，並至其各部門參觀聽取簡報，其中包括防洪、發電、輸水及生態保育等部門，且參觀若干水利設施，如崔西（Tracy）抽水系統，美國第

一高土石壩 - 奧力佛壩( Oroville Dam )及佛森壩( Fosom Dam ), 以了解美國西部地區水資源之運用情形。

研習中期經該系安排於八十九年九月十八日至九月二十二日前往與水利處有技術合作關係之美國內政部墾務局 ( USBR ) 丹佛總部參觀訪問，於參訪期間經其安排參觀丹佛自來水公司, 舒壯泉壩( Strotia Spring Reservoir ) 及墾務局工程中心，並聽取其對於水庫淤積問題之專題簡報；於研習末期經該校推薦至與其有建教合作關係之美國陸軍工兵團水文中心 ( US Army Corps of Engineers Hydraulic Engineering center ) 參與水文頻率分析及地理資訊系統在水資源上之運用二專業課程訓練，該中心為全美水文模擬系統發展之重鎮，從其訓練課程中受益良多；除此之外，本人亦在該校推薦下參加美國加州水資源年會，於五天的研討中深刻體會到整體水資源管理之重要。

以上參訪行程大致派有解說人員簡報並示範，以俾利深入了解其各項設施之功能及運轉情形，相關日程及參訪內容及感想分述如下：

一、 加州大學戴維斯分校 ( UC DAVIS ) 研習期間

本次出國研習計畫主要研究地點為加州大學戴維斯分校土木及環工工程學系，期間再輔以專業課程及參觀訪問等實務性行程，研習期間從八十九年六月二十八日至十二月二十三日；加州大學為美國西部著名大學，其多所分校在學術上的地位都非常崇高，如洛杉磯分校及柏克萊分校，戴維斯分校原為柏克萊分校之農學院，因學校日漸發展，終為一獨立之綜合大學，該校在美國人心中評價非常高，其農學院的科系在全美大學中均有不錯的排名；土木環工系培養出許多優秀人才亦有不少大師級的教授，該系水工試驗室歷史悠久，先後執行過許多重大水利工程計畫，Devries

教授更是該領域的專家，近年來他致力於水文系統的模擬，有很不錯的成績並有多篇論文發表，於研習期間承蒙 Devries 教授的指導對於水文模擬的技巧與觀念有更進一步的認識，且教授為美國加州水資源局之技術顧問，曾參與過加州許多水資源規劃工作，經其引導使本人更能進一步了解加州水資源的運作。

加州為美國第一大州，幅員廣闊人口眾多，農業與經濟活日益發達，對於水資源需求日殷，但因先天水文

條件之不良，造成多處地區水源不足；加州北部為傳統農業地區，雨量多集中於冬季，降雨量頗豐，於汛期時常常造成水患（圖二）；反之加州南部地區，屬於內陸沙漠型氣候，年降雨量非常稀少，加上全美第二大都會區洛杉磯位於此地，周遭近一千萬人口造成供水單位不少的壓力，如何解決此一問題為州政府迫切解決之重要議題；經拜訪加州水資源局及參觀相關水利設施後，對於整個加州地區的水資源運用有了更進一步的了解，原來多年前李前總統所提出的北水南引並非夢想，整個加州水資源運用模式即標準之北水南引；對整個加州水資源經營與管理實際上的操作，由防洪、輸水，生態維護，能源運用等項目分述如下：

#### （一）防洪：

由於區域水文特性，大部份的雨量集中於北加州地區（舊金山灣區以北）及喜愛拉內華達山區（sierra nevada），雨量最豐處達年雨量 3500 公厘以上，每逢雨季來臨時來自山區的暴雨逕流順延河流而下，往往造成下游莫大的傷害，有鑑於此，加州政府花費不少精力保護洪泛區；加州的河川特性與台灣河

川差異甚多，河川大多平緩，大部份河川均有航運功能，此區防洪重點在於如何紓解巨大的洪峰流量，因其河川坡度尚稱平緩且幅員廣闊，所以防洪單位有足夠的時間預測及準備；此區內幾條主要河川集水區域遼闊，雨季暴雨奔洩而下的水量相當驚人，為有效疏導洪峰避免瞬間鉅量洪流，美國政府於菲勒河（Feather River）（圖三）上游建造多座複合功能水壩，其中奧力佛壩（Orroville Dam）（圖四）為全美第一高土石壩，庫容量達 43 億立方公尺，其功能不僅能削減洪峰流量、延滯洪峰時間，並為整體加州水資源運用之總樞紐；經水庫削減之洪流於下游地區輔以疏洪道排洪（圖五），更能有效紓解水患，此區於過去數十載發生過無數次嚴重水患，造成人民生命財產損失甚鉅，尤其加州首府沙加冕度市（Sacramento），由於區內兩大主要河川交會於此，經年發生水患，Devries 教授就曾經主持過此區的防洪計畫；雖然水患無可避免，但經州政府多年來及水利技術的進步，大部份水患均能有效控制，其整個防洪系統最足以令人樂道的為即時

水文預報系統、洪泛區開發限制及疏洪道排洪政策（附件一），本人於研習期間 Devries 教授正在主持一個洪患區的疏散計畫，透過先進水文模擬工具 HEC-HMS 及 HEC1 配合 HEC-RAS 再加上 GIS 系統，使整個水文模擬結果更趨實用性，經 Devries 教授指導並實際操作使本人更能進一步了解水文模擬的技巧。

整個加州地區防洪工作的成功歸功於準確的水文預報系統

與地方救災組織的嚴密結合，能在第一時間掌握洪水的大小及災害的估計，更進一步能確切執行疏散計畫，整個加州防洪操作過程如下：

- （1）每年模擬檢討洪患可能發生地區，擬定洪患限制發展地區，並透過立法嚴格實施。
- （2）規劃出固定且容量足夠之疏洪區，以為洪水來臨時之疏導路徑。
- （3）加築堤防以防高水位時之水患（美國地區堤防護岸大都採自然工法）
- （4）透過國家氣象中心（National Weather Service）

與加州水資源局（Department of Water Resource）合作，由即時水文（降雨與河川水位等）資料，隨時掌握洪峰資訊以作最有效的指示，加州地區的水文預報系統為台灣所要學習的模式，雖然台灣地區已有多處集水區設有水文即時系統，但僅於小區域，未能於鄰近區域甚或跨流域連結且準確度有待提昇，故未能於洪水期間充分發揮有效的預警作用；因此意外事故頻傳，如八掌溪事件。

（5）於平時即未雨綢繆預估萬一洪水發生時之因應措施，各地區均有其疏散計畫且確實執行，以其洪水發生時損失降至最小。

心得：

其實世界各地解決水患方法不外乎分洪、減洪及消洪，但方法的運用與政策執行的徹底與否即為成敗的關鍵，洪水為自然現象，做再多的準備都無法完全避免，故僅能盡最大的努力以求最小的損失；加州地區防洪系統已臻完善，實為世界各國學習的對象，基於此點對於台灣的防洪工作有如下的

建議：

- (1) 台灣地區地文特性有異於美國加州，因河川特性，無法像加州大區域模式操作，應以局部地區為防洪重點，尤其以流域為分界。
- (2) 應限制洪患區土地開發，並嚴格實行以確保不再有另一個汐止鎮的水患地區。
- (3) 由於台灣地區土地成本高昂無法像美國加州地區有大區域的疏洪土地，故應配合河川行水區的管制開發加上堤防工程的購築以確保損失降至最低。
- (4) 全國水文資料庫的建立：美國地區之所以能有效的預測洪水除了徹底執行政策外，其豐富且精確的水文資料便成為其一大利器，美國水文資料均有特定單位收集整理並釋出於網路上供全國使用，如全美各地流量資料即為美國地質測量所（USGS）所量測整理，在美國水文資料量測工作者薪資非常高，其需要嚴格的訓練及專業的知識，台灣此類工作者的素質與之相差甚多，所以量測精度也相差甚多，往往造成水

資源規劃上的不準確度，且台灣地區尚未有一機構整合全部的水文資料，並有一套有效的更正系統，是故成立全國水文資料中心以為水資源永續發展之基礎。

(5) 引進美國水文即時預報系統及長期預測技巧：

台灣地區河川坡陡流急，降於山區雨量數小時內即奔洩入海，要有效掌握洪峰流量事件困難的工作，因此除藉水文預報系統之效用外一輔以長期水文預測結果，在美國往往有超過 100 年的水文資料可運用，藉著龐大的水文資料庫多少可歸類一相似的法則以為水文預測的基準。

(6) 引進國外先進水文模擬技巧並培養專業人才：

近年來歐美先進國家於水資源管理方面已逐漸偏向非結構性 ( Nonstructure Method ) 方法，其中模擬軟體的發展為主流，美國陸軍工兵團水文發展中心 ( Corps Of Engineer Hydraulic

Engineering Center)為美國地區水文模擬軟體之發展重鎮，其發展出的水文模擬方法為全世界廣泛使用，藉著模擬成果，該中心亦為美國水資源政策的重要諮詢者，本人於研習期間曾於該中心接受專業課程訓練，雖時間不長但受益良多，因有此感觸所以建議國內應積極培養此方面的人才，甚或成立一個類似的機構以發展適合我國使用的水文模擬模式，使台灣水資源的經營與管理更臻完善。

## (二) 輸水及發電

加州地區水源分佈極不平均，降水大多集中於北加州地區及與內華達州交界之喜愛拉內華達 (Sierra Nevada) 山區，此區人口並不多，人口集中的中央縱谷及南加州地區則有水資源不足的現象，尤以洛杉磯地區超過一千萬人口，僅有科羅拉多河河水供水資源運用，實不足以因應民生需求；加州政府有鑑於此於五十年代即開始著手全州水源供應計畫，由於北加州地區雨量豐沛，加上人口並不稠密且雨季時常常造成水患，是故如何有效利用剩餘的水量

以供應有需求的地區遂為水資源單位重要的議題，加州地形為狹長形，南北距離近一千公里要將北方的水引導至南方使用為一高難度技術，途中地形起伏不均更增添操作的困難，所幸美國政府起步很早加上執行徹底才有今日的成就，該地區輸、配水工程為吾人見過最偉大的水源工程（附件二），茲將其運作的方式與資料詳述於下：

整個加州水利工作為加州水資源局（DWR）執行，其中輸水工作由州水資源計畫處（SWP）負責，系統相關資料：

奧力佛水庫（OROVILLE DAM）為整個系統總樞紐，主要供水地區有 DELTA、SAN LUIS、SAN JOAQUIN 和南加州地區（如圖六），供水人口約為二千萬人（加州人口的三分之二），其中儲水設備 32 座（總容量 72 億立方公尺），渠道及管線總長約 1065 公里，有五座水力發電工程（年輸出能量 49 億千瓦），加壓站 17 座（最高加壓高度 587 公尺），整個系統由北加州菲勒河（Feather River）上游的奧

力佛水庫 ( Oroville Dam ) 蓄水控制 ( 圖七 ) , 該水庫壩高 235 公尺 , 容量為 43 億立方公尺為一超大型多功能水庫 , 除了防洪蓄水效益外尚有遊憩功能 , 其下游 Hyatt Powerplant ( 圖八 ) 水力發電廠年產電量 49 億千瓦 , 為北加州地區能源提供不少的貢獻。來自水庫的釋放水量沿著菲勒河向西南方流下至舊金山灣區 , 此區為河流沖積而成之三角洲 DELTA 地區 , 灣北藉加壓站將水送至高程較高之 NAPA 地區 NAPA TURNOUT 水庫儲存以供當地農業使用 ( 圖九 ) , NAPA 地區為世界聞名的葡萄酒產地 , 其所生產的葡萄酒在世界大賽中屢獲大獎 , 由此可知該水源工程之貢獻 ; 灣南地區游 Bethany 水庫集水統籌運用 , 一方面經過加壓站將水送至儲水桶以供使用 , 經一系列的輸水工程將水送至西南方 Santa Clara Terminal 水庫儲存使用 , 另一方面向南行供應此區南部地區 ( 圖十 ) , 接續此段渠道為 San Luis 水庫 ( 圖十一 ) , 此為 San Luis 地區供水之樞紐亦為加州地區北水南送之重要中繼站 , 該水庫集水區並無入流量 , 由於地勢較高所以來自北加州的水需加壓入

庫；水續向南行至 San Joaquin 地區（圖十二），一部份向西行供應加州中南部沿海地區，另一路線續向南行至本系統最終點南加州地區以供應洛杉磯及聖地牙哥地區（圖十三）。

本系統最引人樂道的為長距離的輸水渠道及大高差的加壓送水，由於加州地區幅員寬廣，多處地區空曠荒蕪所以輸水渠道用地的取得並不困難，但加壓送水實為一偉大工程（圖十四），雖然整個系統有多處水力發電廠但加壓站使用的電力更多，為了紓解用電負荷於空曠區設置多處風力發電廠（圖十五），此亦為加州地區景觀的特色。

心得：

在美國水為國家所擁有之天然資源，非個人或特殊團體可擁有，政府有足夠的權利調配水源的供給，州水資源計畫處（SWP）共和 29 個用水單位簽約，以確保各標的用水之不虞匱乏，如於枯旱年則可依不同標的的重要性調配供水，為符合公平原則，各地水價不一，水質亦不同，如南加州地區水價高於北加州地區，舊金山市區水質較其他地區優良（水

源來資優勝美地山區)

建議：

(1) 台灣地區土地成本高昂無法仿效美國北水南送的方式，故適採區域性調配。

(2) 政府應立法保障水權，水為國家資源理應由政府統一調配，執政單局應展現魄力全面檢討各標的水源需要，收回全國水權統一調配。

(3) 水價重新檢討：

台灣地區水價一致，但供水成本各地相差甚多，應回歸社會公平原則，使用者付費。

(4) 調整水資源開發觀念：

對於抽水蓄存方式的水資源開發應予已考慮，並配合水力發電設施使水資源利用能永續發展。

(三) 生態保護：

近年來全美環保意識抬頭，許多人不遺餘力的投入環境生態的保護的工作，使得這個議題愈發重要；水利工作影響最甚的為水域生態，近十年來美國水利設施的興建均配合生態的保育使的環境的衝擊減

至最低，其中對於魚類的保護更是投入不少的經費，加州地區由於水文條件分配不均，有水患亦有枯旱，洪泛區堤防護坡均採自然工法施做以美化環境回歸自然，為了供水建造了許多欄河堰及抽水站，為了保護迴游生物於水利設施旁建造了魚梯及復育場（圖十六），於抽水站附近建造魚類引導渠道及試驗場（圖十七）以保護其不受高壓抽水所傷，每年亦花費大量金額委託學術單位從事魚類保護工作。

心得及建議：

第一次參觀魚類保護場時感慨萬千，心想大概只有美國才做的出來，其為了生態保育所投入的經費令人咋舌；近年來台灣保育觀念抬頭時有人高喊環保，政府亦投入許多經費於此，但依我看來效用不大，以水利工程而言，每個水中構造物於設計規劃時多會加設一個魚梯以供於類迴游，立意很好但不切實際，因為不了解該河段的魚種，所以魚梯的作用僅是應付環保單位的疑問並無實際的效用，吾人建議政府應針對全台各溪流於類作一完整圖鑑資

料，並針對不同魚種所需配合得水工構造物作一歸類以供水利工程師參考，雖然目前無法做到和美國一樣的先進但基本的保護總是需要的，重要的是花錢一定要有效果。

## 二、參訪

在研習期間經該校土木系安排，至丹佛 USBR（美國內政部墾務局）總部及科羅拉多州水利設施地點參觀訪問，並事逢加州水資源年會，經該校推薦得以參加盛會。

（1）丹佛參訪行程：期間由八十九年九月十八日至二十二日，因事逢水利處人員拜訪墾務局，除拜訪 USBR 總部及丹佛字來水公司聽取相關簡報外（圖十八），並在 USBR 人員安排下參觀了舒壯泉水庫（Strotia Spring Dam）（圖十九）、墾務局工程中心（圖二十）及附近流域集水區。

心得：

於聽取其對水庫淤積問題的簡報及參觀若干水利設施後感慨很深，美國河川坡度大多平緩，水庫淤積問題並不嚴重，目前雖無立即迫切解決但該局早已針對其所

轄的水庫進行淤積監測，且採最新 GPS 測量技術逐年監控，並時時改進以求精確；台灣河川坡陡流急水庫淤積問題嚴重，加上水庫興建有愈來愈難的趨勢，如何提高現有水庫的使用能力實為目前台灣水利工程師所需迫切解決的首要議題；墾務局工程中心為全美頂尖之水利設計中心，許多著名的水利設施均出至於此（如胡佛壩），該中心試驗室非常壯觀，幾為全美各大水庫的縮版，但近年來生態環境逐漸為民眾所注重，故該中心目前有多項環境生態保育的計畫，顯示出未來水利工作的趨勢。

建議：

- (1) 政府應派員至美國墾務局學習水庫淤積測量的先進技術，並與其技術合作以吸取水庫永續經營之觀念。
- (2) 台灣大部份水庫均無排砂功能，於未來規劃水庫開發時應予已考慮排砂道的設計（如舒壯泉水庫）。
- (3) 政府應可仿照墾務局模式成立依功能健全的設計中心，將水利開發與生態環境結合，以因應未來的趨勢。

三、蒙特利加州水資源年會：

會議於八十九年十一月二十七日至十二月一日在蒙特力召開，參加人員主要為加州及鄰近地區水利工作者、各地區義工協會、學者專家及政府人員，討論議題非常廣泛，從專業技術到地方百姓意見均有，並有水利義工於各地區流域努力成果發表，意義頗深，其中有一主題主講人為一農夫讓我感受深刻，整個年會討論內容並不僅於學術上的發表，更強調集水區保護觀念上的傳承與政府民間的溝通（圖二十一），真的有異於台灣的學術年會，僅侷限於論文的發表，對實際水利的貢獻並不大。

心得及建議：

其實我國也可仿效美國模式每年舉辦類似研討會，邀請各界與會並將會議內容導向於實務，政府可朝資助各地區環境保護組織，如美濃愛鄉協會、藍色東港溪協會等，鼓勵當地居民對其居住環境的關切，並定期舉辦整府與民間的溝通使人民了解政府的政策，且舉辦相關教育訓練讓民眾對水資源的經營與管理有更進一步的認識，使政府與民間的對立不再，以透明化的原則誠心與民眾溝通，並與民眾共同研究如何減輕水資源開發所帶

來的環境衝擊，製造雙贏的契機，使的美濃水庫激烈抗爭的場面不再，政府實應未雨綢繆，及早準備。

#### 四、美國陸軍工兵團水文中心訓練課程：

HEC 為全球著名之水文模擬系統發展中心，其發展出的水文應用軟體廣泛為全世界水利工程師所使用，其中以 HEC1 至 HEC6 等一系列的應用軟體最為有名，近年來由於大型水利設施開發困難，故如何有效運用現有水利設施達到最有效水資源運用為目前努力的目標，所以水文系統的模擬益行重要，該中心為水文模擬系統發展重鎮亦為近年來美國水資源政策的諮詢單位（附件三）；本人經加州大學推薦參加其水文頻率分析（附件四）及 GIS（附件五）於水資源經營上之運用二個專業課程，雖然只有短短二週但有幸與全美水利工作者同堂研習並交換意見學習先進的技術真是受益良多。

#### 心得及建議：

HEC 水文中心網羅各地水利精英共同發展實用的模擬軟體，以供全美水利工作者使用，貢獻不凡，但其程式發展大多以美國本土水文狀況為依據，若運用於其他

國家地區恐需些許修正，台灣雖有很多水利人員使用其發展軟體，但卻無人從事相關水文係數的修正工作，吾曾經和 HEC5 程式的重要發展人 Richard Hyess 討論該程式應用於台灣南部水資源聯合用運的可能性，該程式為水資源供應模擬的通用程式，廣為全世界所運用，但經我描述台灣南部複雜的水資源系統亦令其訝異功能強大的 HEC5 竟無法解決我的問題，我們花了三天晚上討論這個問題，他亦給我許多寶貴的意見，使我萌生一想法

- 我國亦可比照美國模式成立類似的水文發展中心，針對台灣特殊的水文環境發展適用的程式，雖然投資會很大，但對於大型水庫開發困難的台灣如何有效運用現有水資源為當前最重要的工作，且水資源經營永續的，我想該為後代子孫做點事吧！

## 參、心得

台灣雖已漸邁入開發國家之林，但對於水利工作仍有改進的必要，此次美國之行讓我感觸良多，其治水的觀念實有值得我們仿效之處，台灣地狹人稠，天然資源貧乏加上經濟發展，用水的急迫性可見一般；先天的水文條件不加讓台灣的治水工程多了一分困難性，每年汛期頻繁的水患（如八掌溪事件、基隆、汐止淹水等）困擾著政府與民間，雖天然災害無所避免但應盡力減輕損失於最低；台灣南部為農工業重鎮，人口日益稠密，都會區發展迅速，對於水源的需求甚殷，但由於環保意識的抬頭，重大水資源開發案往往受阻於民意，使得未來供水目標執行充滿了不確定性；美國的水資源經營與管理政策實值得我們學習，水利工作事件吃力不討好的差事，須要長時間的努力才可見到實績，執政者往往疏忽了這一點，所以總是頭痛醫頭腳痛醫腳，無法作整體的規劃，加上公權力不彰，治水效率無法看到，政府應下定決心好好的作一通盤的考量，擬定一完整的水資源政

策並確實執行，或許十年後才能見到實績，不管執政者為誰只要貫徹政策，相信很多目前所遭遇的水利問題均可迎刃而解，為了後代子孫著想，此應為政府目前最急迫解決的事情。



## 肆、建議

此次赴美研習學到很多，視野以便廣了尤其是整體水資源經營與管理的觀念，使得吾人未來從事台灣水利工作時有另樣的思考方向，茲將吾所見所聞直得國內參考學習與改善的部份條列於後：

- 一、全國水文資料中心的建立 - 此為所有水利工作的起源，為了有效準確的掌握水文狀況，該中心的成立各不容緩。
- 二、各地環境保護協會的成立 - 仿效美國的模式由政府輔導資助其運作，鼓勵地方百姓參與，培養對鄉里國家的熱愛，亦為政府與民間重要的溝通橋樑，台灣地狹人稠，天然資源缺乏，政府與民間實不應資源開發立場的不同而對立，取而代之的應為良性的溝通以求雙贏的局面。
- 三、人員的培訓 - 科技日益先進為了跟上時代潮流，實應鼓勵水利從業人員出國進修以廣見聞，並時常邀請國外專家來台授課以吸取其寶貴的經驗。

- 四、水利設施的串聯運用 - 由於環保意識的抬頭，大型水庫興建困難，為有效運用現有水資源應朝水資源聯合運用方向努力，美國加州成功的案例給我們很大的信心，南部地區現有高屏溪堰與南化水庫聯合運用，將來努力的目標為全部水庫與攔河堰的串聯運用，以達最有效的水資源運用。
- 五、在工程設計上在安全無慮的條件下應多些自然的設計，使得工程完工後能吸引遊客參訪達成宣傳、教育等目標，畢竟，水資源保護應為全民的責任，教育是很重要的一環。
- 六、使用者付費的觀念 - 為符合公平正義原則合理的水價制定為目前重要工作，隨著水資源開發成本日益高漲，用水費用之調整為一刻不容緩的工作，台灣水價偏低民眾對水源的不珍惜造成供水單位常捉襟見肘，應該以價制量以達水資源永續利用的目標。
- 七、公權力的伸張 - 水為國家所有天然資產非個人或團體所擁有，尤其地方政府更是擁水自重，政府應發揮公權力收回並掌握全國水權統一調配，這樣才能雨露均沾，有效的運用水資源。

