

出國報告（出國類別：研習）

## 永續發展之水資源管理

服務機關：行政院農業委員會水土保持局南投分局  
行政院農業委員會農田水利處

姓名職稱：林可薇工程員、張書唐技士

派赴國家：印度

出國期間：107年2月11日至107年2月26日

報告日期：107年3月12日

## 摘要

本次「永續發展之水資源管理」研習課程之設計與講師安排主要針對印度水資源開發、水資源管理、如何促進缺水地區水資源利用效率、永續發展、水資源安全保護、印度水庫、流域開發等議題進行介紹。

參訓期間充分瞭解印度水資源不足以及水質問題，也瞭解印度政府為解決民生用水之苦心，印度政府極力倡導以 RO 逆滲透取代瓶裝水，並且於各參訪地點均廣設飲水機並提供水杯供民眾使用(礙於衛生問題，筆者並未使用飲水機飲水)，並於各地方廣設雨水蒐集系統俾利使用，且利用現地材料及可行方法，儘量將雨水匯集，使其補注地下水，供民生及農業使用。另因印度絕大部分地區仍屬窮困，在參訪期間，瞭解到印度政府如何藉由過去傳統水資源管理措施之歷史經驗，加上現代科技方法用於現地獲得最佳結果，瞭解印度政府對於永續印度水資源保育之理念及決心。印度地大物博，水資源管理較台灣更屬不易，然在印度政府努力之下已逐漸好轉，可做為台灣水資源管理之借鏡。

# 目 次

摘要

行程表

第壹章 緒言.....	1
第一節 研習目的.....	1
第二節 主辦國--印度簡介.....	1
第三節 AARDO 簡介.....	2
第四節 NIRD&PR 簡介.....	4
第五節 參與成員簡介.....	7
第貳章 研習過程.....	9
第一節 研習課程.....	9
第二節 參訪.....	11
第參章 心得與建議.....	16

## 行程表

日期	地點	行程摘要
2/11	台北-印度海德拉巴	去程
2/12	海德拉巴	開幕式及環境介紹(Dr. Siddayya , Dr. Krishna , Dr. Ravindra S Gavali)
2/13	海德拉巴	1. 印度水資源開發概論 (Water Resources Development in India: An overview; Dr. SIDDAYYA) 2. 永續農業水資源管理 (Water Management for Sustainable Agriculture ; Dr. Krishna Reddy Kakumanu)
2/14	海德拉巴	提高缺水地區的水資源利用效率促進永續發展 (Enhancing Water Use Efficiency in Water Scarce Regions for Sustainable Development ; Dr. B. M. K. Reddy)
2/15	海德拉巴	1. 聖雄甘地全國農村就業法(MGNREGA)和自然資產(Mahatma Gandhi National Rural Employment Act (MGNREGA) and Natural Assests ; Prof. Jyothis Sathyapalan) 2. 社區水資源管理(社區記分卡)(Community Water Resource Management (Community Score Card) ; Dr. K. Prabhakar) 3. 透過社區動員進行水資源安全保護(Mobilization for Water Conservation & Water Security through Community Participation ; Dr. Ramesh Sakthivel)
2/16	海德拉巴	1. GIS 在水資源管理中的應用(Application of GIS in Water Resource Management ; Dr. Ravindra S. Gavali) 2. 印度節水實踐 (Water Conservation Practices on Convergence Mode under MGNREGS IN INDIA ; Dr. V. Suresh Babu)
2/17	海德拉巴	1. 賈瓦哈拉爾尼赫魯科技大學(jawaharlal nehru technological university Hyderabad) 2. 環境保護培訓和研究所(Environment Protection Training and Research Institute)
2/19	海德拉巴-班加羅爾	去程
2/20	班加羅爾	卡納塔克邦政府流域開發部門(watershed development department government of Karnataka)
2/21	班加羅爾	Krishnaraja Sagara 水壩(Krishnaraja Sagara dam)

2/22	班加羅爾-海德拉巴	Ranganathittu 鳥類保護區(Ranganathittu Bird Sanctuary)
2/23	海德拉巴	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rainfed 地區流域開發項目之成功案例(Watershed Development Programmes in Rainfed Areas : Success stories ; K Srinivas Reddy)</li> <li>2. 高效灌溉水管理是糧食安全和永續發展關鍵 (Efficient Irrigation Water Management key for Food Security and Sustainable Development ; Dr K Yella Reddy)</li> </ol>
2/25-2/26	印度海德拉巴-台北	回程

# 第壹章 緒言

## 第一節 研習目的

台灣地區地狹人稠，人口密度居世界前茅。另中央山脈縱貫全台，東部有蘭陽平原及花東地區之狹長的縱谷平原，西部則為較寬廣之平原，惟山高水急，地表逕流不易蓄存且迅速奔流至外海，且因受季風影響，降雨量隨季節性及區域之差異，東北部夏季乾燥冬季多陰雨，西南部則夏季多豪雨而冬季乾燥。台灣年平均降雨量約 2,500mm，雖為世界各國平均值 2.5 倍(973mm/yr)，人均年降水量卻僅是 4,000 立方公尺，不到世界平均值的五分之一(21,800 立方公尺/人-年)，國人能使用的水資源有其極限。

台灣每年約降下 936 億立方公尺雨量，但因台灣山高坡陡、降雨分布不均、無足夠水庫蓄存、蒸發損失與入滲地表等，致可運用水量僅約 143 億立方公尺。近年來極端水文事件頻繁，異常氣候增加降雨強度，由於水庫防洪空間需求增加，可操作之蓄水空間更加受限。又集水區沖蝕與崩塌增加，巨量泥砂沖入水庫，導致水庫原水濁度驟昇，遠超過淨水廠處理負荷，屢嚴重衝擊公共用水之供應，並加速水庫淤積，為水資源運用所面臨的關鍵課題。

台灣年總用水量約 179 億立方公尺，由水庫供水量約 43 億立方公尺，目前水庫容量僅 19 億立方公尺，佔全年用水量的 11%，遠低於鄰國日本水庫 36%。另從水源運用的穩定度來看，台灣人均庫容可能幾為世界之末，平均每個人只分到 83 立方公尺的庫容，約僅為美國 1/36、中國 1/4.5、日韓 1/3、英國 1/2。可靠之水資源極為不足，若氣象水文情況不佳，即顯現缺水危機。

本屆於印度海德拉巴舉辦的「永續發展之水資源管理國際研習會暨訓練計畫」即針對印度水資源使用與土地管理進行研討，期能藉由與會各國代表交流與瞭解，促進各國水資源永續發展提供參考。其目的如下：

- 一、使參加人員熟悉水資源保育與發展之政策、策略與計畫。
- 二、提供對永續發展有效之水資源管理技術選項與社經環境之更加瞭解。
- 三、根據現代及傳統水資源管理措施之歷史經驗，認識貧窮與環境劣化間之關聯。
- 四、通過案例分析與現地訪問，傳授關於有效利用水資源的當地體制機制的知識，從而獲得最佳結果。

## 第二節 主辦國--印度簡介

印度是位於南亞印度次大陸上的國家，印度面積位列世界第 7，印度人口眾多，位列世界第 2，截至 2017 年 7 月印度擁有人口 13.4 億，僅次於中國人口的 13.8 億，人口成長速度比中國還快，預計近年將交叉。另外也是亞洲第二大也是南亞最大的國家，面積 328 萬平方公里(實際管轄)，同時也是世界第 3 大經濟體。

印度並非單一民族及文化的國家。印度的民族和種族非常之多，有「民族大熔爐」之稱，其中印度斯坦族占印度總人口的大約一半，是印度最大的民族。印度各個民族都擁有各自的語言，僅憲法承認的官方語言就有 22 種之多，其中印地語和英語被定為印度共和國的聯邦官方語言，並且法院裁定印度沒有國語。英語在印度非常流行，尤其在南印地位甚至高於印地語，但受限於教育水平，普通民眾普遍不精通英語。另外，印度

也是一個多宗教的國家，世界 4 大宗教其中的佛教和印度教都源自印度。大部分印度人信仰印度教。伊斯蘭教在印度也有大量信徒，是印度的第二大宗教。

印度經濟雖然增速驚人，但全國仍有四分之一人口無法溫飽。以耕種農業、城市手工業、服務業以及其支撐產業為主的部分行業已經相對取得了進展。除了民族文化與北方地形的豐富使印度旅遊業頗受歡迎之外，由於時差，大批能說英語的人才也投入外包行業(即是外國企業把客戶諮詢，電話答錄等等服務轉移到印度)。另一方面，寶萊塢電影的文化輸出在英語圈乃至全球的影響力不亞於世界主流。同時印度還是很多專利過期藥物的生產地，以低價格提供可靠的醫療。近年來，印度政府還大力投資本國高等教育，以利於在科學上與國際接軌，例如自主太空研究、南亞半島生態研究等等。印度最重要的貿易夥伴是美國、歐盟、日本、中國和阿拉伯聯合大公國。

印度地處北半球，位於北緯 6 度 44 分至 35 度 30 分、東經 68 度 7 分至 97 度 25 分之間。印度是世界第 7 大國，總面積約 317 萬平方公里。印度從北到南全長 3,214 公里，從東到西全長 2,993 公里，印度半島亦是南亞的主體。印度地理從雪山山脈到沙漠，從平原到雨林，從丘陵到高原，風光應有盡有，囊括了位於印度板塊的印度次大陸的絕大部分，以及印度-澳洲板塊的偏北部分。印度擁有海岸線 7,000 多公里，其中大多數位於亞洲南部半島，伸入印度洋。印度西南部與阿拉伯海接壤，東部和東南部與孟加拉灣接壤。

印度全境炎熱，大部分屬於熱帶季風氣候，而印度西部的塔爾沙漠則是熱帶沙漠氣候。夏天時有較明顯的季風，冬天則較無明顯的季風。印度氣候分為雨季(6-10 月)與旱季(3-5 月)以及涼季(11-2 月)，冬天時受喜馬拉雅山脈屏障影響，較無寒流或冷高壓南下影響印度。(以上資料摘錄自維基百科)

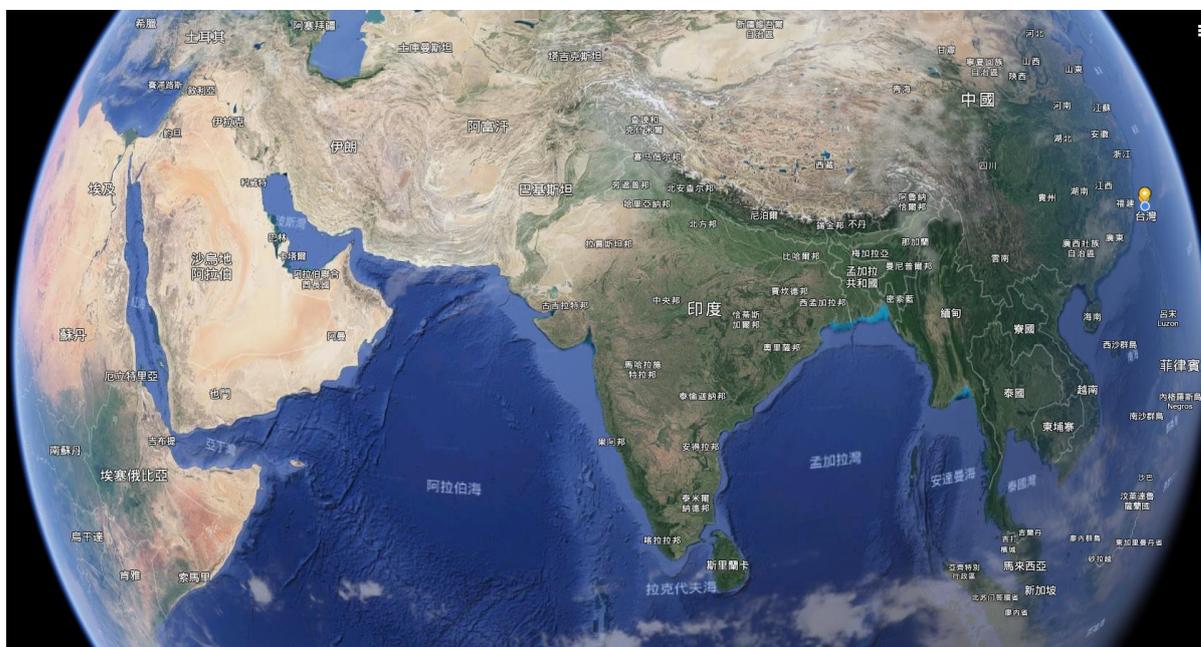


圖 1 印度地理位置圖

### 第三節 AARDO 簡介

「亞非農村發展組織」(African-Asian Rural Development Organization, AARDO)成立於 1962 年，是非洲和亞洲地區農村發展合作最早的例子之一，是一個由非洲和亞洲國家

政府組成的自治政府間組織。總部設在印度新德里，旨在消除亞非國家之文盲、飢餓及貧病，並發展農村建設。最高權力機構為會員大會，每 3 年集會一次；下設執行委員會，每年召開一次會議。

AARDO 由 AARDO 聯盟協會、執行委員會、聯絡委員會及秘書處組成，AARDO 聯盟協會由各會員國組成，是最高權力機構，可決定政策和組織所提的方案、批准預算、技術工作方案與財務狀況。執行委員會針 AARDO 聯盟國提出的議題，進行研商及提出建言和解決對策。聯絡委員會是成員國設在印度的外交代表組成，屬於諮詢機構，其主要是指導秘書處辦理各項業務及審查本組織的活動，並向執行委員會提出建議。秘書處設於印度新德里。秘書長是落實政策和執行 AARDO 所提方案。AARDO 成立的資金來源係各會員國每年的會費收入，以及孟加拉、中華民國、埃及、印度、馬來西亞、奈及利亞、巴基斯坦、菲律賓、南韓、尚比亞也提供已實施技術方案、培訓活動、研討會、專家代表團技術支援。

我國自 1968 年加入 AARDO 後，多次獲選為執委國，亦曾擔任大會副主席及「聯繫委員會」(Liaison Committee) 副主席。我國「財團法人國際合作發展基金會」及「國際土地政策研究訓練中心」每年均提供名額予 AARDO 推薦學員來華參訓，交流互動密切。(以上摘錄自外交部網站，[https://www.mofa.gov.tw/igo/News\\_Content.aspx?n=163B8937FBE0F186&sms=53182B822F41930C&s=FC9AEE7B6DDA56F1](https://www.mofa.gov.tw/igo/News_Content.aspx?n=163B8937FBE0F186&sms=53182B822F41930C&s=FC9AEE7B6DDA56F1))

AARDO 有下列 8 大主要功能：

- 一、增進成員國之間交流，以便更理解成員國的問題，並探索促進可持續農業和農村發展的合作機會。
- 二、與發展國家和發展中國家的有關國際和區域組織，包括聯合國機構，政府或非政府國家機構合作，採取行動加速成員國的農業和農村發展。
- 三、舉辦國際和區域會議、研討會、講習班和會議，促進成員國之間交流想法和經驗，並確定新的合作領域。
- 四、組織和推動開展國際、區域和國內培訓計畫，以加強亞非成員國在可持續農業和農村發展方面的體制能力，並通過交流意見、經驗和良好做法促進成員國之間的聯繫。
- 五、發展具體或共同利益的研究和行動，並向成員國傳播分類數據、統計資料和信息。
- 六、向其成員國提供技術和財政支持，以發展試驗和推廣試點項目。
- 七、作為農業和農村發展的交流和信息交流中心及數據庫，並通過多媒體方式促進信息傳播。
- 八、追蹤農村發展背景下的環境和氣候變化影響。

考慮到亞非發展中國家的社會經濟情況，AARDO 的任務是解決農業和農村發展問題，AARDO 將其成員國「可持續農業和農村發展」作為其主要目標。因此，AARDO 的願景和使命為「提高 AARDO 亞非成員國農村人口的生活品質」及「幫助亞非國家

『重組農村社會並重建農村人民的經濟』，由會員國共同發起並在可能的情況下採取合作行動」。 (以上摘錄自 AARDO 網站，<http://www.aardo.org/aardohomepage/English/index1.html>)

#### 第四節 NIRD & PR 簡介

國家農村發展研究所(NIRD & PR)是位於海德拉巴附近 Rajendranagar 的印度農村發展研究機構，是印度政府農村發展部農村發展司的一個自治組織。NIRD & PR 任務為培養專業之農村發展專業人員，以應對農村地區的挑戰。

NIRD & PR 的願景是把重點放在有利於農村貧困人口、著力於激發民主權力下放，提高農村發展人員的操作和效率，促進技術的移轉。其使命為研究和分析有助於農民在農村地區的經濟發展和社會福祉，專注於農村貧困人口和其他弱勢群體。其任務有

- 一、為高階管理人員舉辦培訓課程、會議、研討會和講習班。
- 二、承接、援助和促進自身研究或與國際發展機構的合作。
- 三、分析、規劃和實施農村發展，並提出遭遇問題之解決方案。
- 四、經由期刊、研究報告與其他傳播媒體來推廣農村發展相關成果。



圖 2 行政大樓



圖 3 禮堂



圖 4 研習會上課大樓



圖 5 甘地館(CWLM 辦公室所在地)



圖 6 圖書館及電腦計算中心



圖 7 綜合運動場

### 第五節 參與成員簡介

本次「永續發展之水資源管理國際研習會暨訓練計畫」共有來自 13 個 AARDO 會員國的 17 位學員參加。這些成員分別來自埃及(Egypt)、約旦(Jordan)、阿曼(Oman)、蘇丹(Sudan)、奈及利亞(Nigeria)、斯里蘭卡(Sri Lanka)、模里西斯(Mauritius)、岡比亞(Gambia)、韓國(Korea)、馬拉威(Malawi)、巴勒斯坦(Palestine)、敘利亞(Syria)以及來自臺灣行政院農業委員會的筆者。



圖 8 來自 13 國的 17 位學員與講師群合影留念

(第 3 排左 1 為張書唐技士，第 2 排左 1 為林可薇工程員)



圖 9 上課教室與學員合照

## 第貳章 研習過程

### 第一節 研習課程

本次課程自 2018 年 2 月 12 日至 25 日止，共計 14 日，研習內容大致分為 NIRD & PR 課程研討與參訪行程。在 2 月 12 日上午先由 Dr. Siddayya、Dr. Krishna 與 Dr. Ravindra S Gavali 於禮堂簡易的進行本次研習課程之開幕致詞後，即開始參與研習的 17 位各國學員分別進行自我介紹，待所有學員自我介紹結束後便開始本次研習會之課程。



圖 10 開幕致詞

2 月 13 日第 1 堂研習課程為「印度水資源開發概論」(Water Resources Development in India: An overview)，由 Dr. SIDDAYYA 授課，介紹印度水資源優化和永續利用，制定和實施政策、計畫和做法，使得在利益攸關雙方的積極參與下，公平且永續高效利用國家水資源，同時也能夠管理洪水並傳輸信息，技能和知識，有助於提升大眾水資源利用意識。本課程也指出印度水資源之目標有：1. 河川復興；2. 2012 年實施國家水政策；3. 永續地下水管理及其調控；4. 開發水資源數據資料庫和洪水管理、洪水預報；5. 創造灌溉潛勢和減少灌溉潛勢(IPC)和灌溉潛勢利用(IPU)之間之差距；6. 促進提升用水效率和節水意識；7. 規劃和綜合實施水土保持治理措施。

2 月 13 日第 2 堂研習課程為「永續農業水資源管理」(Water Management for Sustainable Agriculture)，由 Dr. Krishna Reddy Kakumanu 授課，本課程介紹水資源管理之挑戰和永續發展目標，建議提供一個多方平台，成立智囊團推動行動研究，建立跨部門之不同觀點，作為學習和政策之目標，並提供技術服務以加值應用。

2 月 14 日研習課程為「提高缺水地區水資源利用效率，促進永續發展」(Enhancing Water Use Efficiency in Water Scarce Regions for Sustainable Development)，由 Dr. B. M. K. Reddy 授課，本課程說明印度過去 60 年來，糧食產量大幅增加，所以自 20 世紀 60 年代以來沒有發生過重大的飢荒，然而，水資源開發在農田灌溉用水中也占有極大的作用。

2月15日第1堂研習課程為「聖雄甘地全國農村就業法(MGNREGA)和自然資產」(Mahatma Gandhi National Rural Employment Act (MGNREGA) and Natural Assets)，由 Prof. Jyothis Sathyapalan 授課，課程介紹防洪和防護工程、周邊補貼、排水、排水管建造及洪流控制措施。

2月15日第2堂研習課程為「社區水資源管理(社區記分卡)」(Community Water Resource Management (Community Score Card))，由 Dr. K. Prabhakar 授課，課程說明如何評估氣候條件和治理機制。

2月15日第3堂研習課程為「透過社區動員進行水資源安全保護」(Mobilization for Water Conservation & Water Security through Community Participation)，由 Dr. Ramesh Sakthivel 授課，課程介紹如何透過區動員進行水資源安全保護之成功案例，如阿爾瓦，拉賈斯坦邦以動員宗教領袖和社區，進行節約用水與河流復興；安得拉邦則動員農民進行地下水監測和管理。

2月16日第1堂研習課程為「GIS 在水資源管理中的應用」(Application of GIS in Water Resource Management)，由 Dr. Ravindra S. Gavali 授課，課程介紹政策中 80%的決策都與空間有關，而 GIS 則是現今空間建模和輔助決策的最先進工具，在水文和水資源管理中尤其如此，期許在 GIS 應用下，進行水資源管理、規劃、開發、分配，並於水資源管理規劃理想情況下，考慮所有水源競合需求，尋求合理配水模式，以滿足所有用水需求。

2月16日第2堂研習課程為「印度 MGNREGS 節水實踐」(Water Conservation Practices on Convergence Mode under MGNREGS IN INDIA)，由 Dr. V. Suresh Babu 授課，課程介紹印度就業保障法之基本理念為「任何願意以最低工資從事非技術勞動之成年人有權在申請後 15 天內從事當地公共工程」，計畫核心目標包括：1.根據需求向農村每戶住戶提供不少於 100 天的非技術工作作為有保證的就業機會，從而創造具有品質和耐久性的生產性資產；2.加強窮人的生計資源基礎；3.積極確保社會包容；4.加強地方治理。而在 MGNREGA 的基本權利有：100 天保證就業、申請後 15 天內就業、失業津貼、在 5 公里範圍內工作、15 天內付款、補償延遲工資支付、基本工地設施及免費醫療援助。

2月23日第1堂研習課程為「Rainfed 地區流域開發項目之成功案例」(Watershed Development Programmes in Rainfed Areas : Success stories)，由 K Srinivas Reddy 授課，課程介紹水足跡及虛擬水之概念。水足跡是相當簡單的用水量，在個人計算上以公升表示，但在國家層面則變得相當複雜，一個國家的水足跡等於使用國內水資源，減去虛擬水出流量，加上虛擬水進流量，虛擬水則定義為生產商品或服務所需的水量。根據計算，生產 1 件棉質襯衫需要 2,700 公升水，1 片麵包需要 40 公升水，100 克巧克力需要 2,400 公升水，1 張 A4 紙則需要 10 公升水。而世界上約 15%的用水是以虛擬形式出口的，全球虛擬水貿易的 67%與國際農作物貿易有關，23%與畜禽產品貿易有關，10%與工業產品貿易有關。

2月23日第2堂研習課程為「高效灌溉水管理是糧食安全和永續發展關鍵」(Efficient Irrigation Water Management key for Food Security and Sustainable Development)，由 Dr. K Yella Reddy 授課，為達高效灌溉水管理，技術方面有下列問題：1.流域規模、河流土地利用潛能；2.需瞭解水土保持規劃設計的總逕流潛能、峰值流量、基流量、滲透損失等估計值；3.水文參數的時空分佈；4.上下游流量；5.需進行有效的土地利用及水資源規劃、管理問題。非技術面則有：1.定制的小型農場機械化招聘中心，農業諮詢公司進行

氣候數據管理；2.加強對委員會提供的循環基金及維持基金的財務和審計能力；3.進行分水嶺地區 SWC 措施設計數據聯繫；4.使農民有效參與並進行知識傳播和促進農場學習；5.市場聯繫(通過當地社區的農業業務)；6.與政府結合，研擬改善財務和整體生產力計畫；7.通過社會審計實現 PIA 的運營獨立性。

## 第二節 參訪

2月17日上午參訪位於印度海德拉巴的賈瓦哈拉爾尼赫魯科技大學(jawaharlal nehru technological university Hyderabad)地下水補注設施，講者說明印度雨季降雨可能在低窪地區或無效的排水設施附近造成大面積積水，此時小型地下水補注設施便可發揮效用，一方面協助表面積水排除，一方面把水引導回地下水層。地下水補注設施包括：挖鑿管井、並於其中鋪設不同孔徑的過濾材質，開設橫向大排水溝(可能與既有灌溉排水渠道或河川連接)、底部鋪設不同孔徑的過濾材質，或在橫向大排水溝中加設矩形堰、或與垂直管井結合(排水溝每隔一段距離設置一個管井)，來增強地下水補注的成效，並以地下水觀測井觀察地下水補注效益。



圖 11 地下水補注設施



圖 12 地下水觀測井

2 月 17 日下午參訪環境保護培訓和研究所(Environment Protection Training and Research Institute)。環境保護培訓和研究所(EPTRI)成立於 1992 年，由邦政府在印度政府的協助下成為獨立註冊社團。印度也為 EPTRI 與瑞典國際發展合作署(Sida)之間的技术合作提供了雙邊服務。EPTRI 職掌環境保護、氣候變遷，以及清潔發展機制的綜合環境策略，努力提高社區、民間社會、政府組織、非政府組織和其他利益相關者的認識。致力於通過創造就業，人類發展和永續環境管理來實現減貧。EPTRI 為環境研究、培訓和諮詢機構，為政府和業界進行研究並提供環保服務，也為特定環境問題提供解決方案，創造環保意識，研究和發布環保相關文獻，參與自然資源保護和污染控制活動。



圖 13 講者說明研究所各項研究

2月20日參訪卡納塔克邦政府流域開發部門(watershed development department government of Karnataka)。印度是一個農業國家，70%以上人口從事農業，國家一半以上的糧食生產依賴於旱地，因此，國家更加重視旱地農業。流域開發計畫的主要目標是保護土壤和濕度，並根據其能力以整體方式提高流域的整體生產力，從而最大限度地利用土地。這些計畫主要將土地視為單一個體，並協助所有陸上活動同步進行，以實現生產潛能。流域開發過程涉及多個部門的協調以及多學科活動和專業知識，在卡納塔克邦，各個機構和部門正在實施流域開發計畫，需要在規劃、實施和監督方面加強協調，需要對流域方法及管理採取協調一致的措施。卡納塔克邦政府因此決定通過設立一個單獨的部門來實現在流域方案的規劃，實施和監督，因此從2000年4月1日起創建了流域開發部門，預計將通過該部門實施國家部門、中央部門計畫，外部援助項目以及與流域開發有關的地區部門計畫下的所有流域計畫和項目。

該部門職責如下：

- 一、負責管理各項計畫項目，制定政策、計畫、組織、協調活動和實施計畫。
- 二、以多研究團隊來實現目標。
- 三、協調農業、園藝、農村發展、林業、漁業、工商、婦女與兒童發展等其他行業部門等國際組織，以實現其目標。

流域開發計畫目標如下：

- 一、提高選定流域及其相關自然資源基礎的生產潛能。
- 二、持續減輕貧困。
- 三、為永續自然資源管理制定體制。
- 四、改善非農業部門的技能和就業機會
- 五、參與村莊社區參與式規劃，實施，社會和環境管理，維護資產並以更具社會包容性的方式運作。

計畫目的如下：

- 一、提高農業生產力。
- 二、改善植物覆蓋。
- 三、增加牛奶和園藝產量。
- 四、增加飼料和燃料的可用性。
- 五、減少土壤侵蝕，逕流和營養損失。
- 六、提高地表水和地下水的可用水量。
- 七、增加家庭收入。
- 八、提高當地社區的生活品質。
- 九、通過社區組織促進地方機構發展。



圖 14 現勘照片-現場解說以當地石材減緩表面流速以涵養地下水



圖 15 現勘照片-雨水匯集成池塘以補注地下水



圖 16 現勘照片-以地下水澆灌之當地種植成果

2月21日參訪 Krishnaraja Sagara 水壩。Krishnaraja Sagara 水壩位於卡納塔卡邦第二大城邁索爾(Mysore)旁 10 幾公里處，橫跨在 Cauvery river 上。Cauvery river 是南印度重要的河川之一，發源於卡納塔卡邦的西部 Brahmagiri 山區，橫越過該邦並於區內綿延 320 公里後進入泰米爾納度邦(Tamil Nadu)，再延伸 483 公里後注入孟加拉灣。在卡納塔卡邦境內，Cauvery river 流域面積為 75,106 平方公里。

Krishnaraja Sagara 水壩興建於 1911 年，於 1931 年完工。壩長 2,621 公尺，壩高 43 公尺，滿水位高度為 124.8 英尺，供水區域可達 129.5 平方公里，總蓄水量為 494.5 億立方英尺(494.5 thousand million cubic feet, TMC)，興建費用為 9 億 1,000 萬盧比。興建主要目的包括：1.確保下游 Shivanasamudra 水力發電廠的供水無虞；2.供應當地約 80,000 公頃(196,000 Acres)面積的灌溉用水，而當地灌溉的主要作物為甘蔗與水稻。(因禁止拍攝，故無照片)

2月22日參訪 Ranganathittu 鳥類保護區。Ranganathittu 鳥類保護區是該州最大的鳥類保護區，面積有 40 英畝(16 公頃)。這裡記錄了大約 170 種鳥類，而從 12 月中旬開始的冬季，多達 40,000 隻鳥會聚集在這個鳥類保護區內，其中一些鳥來自西伯利亞、拉丁美洲和印度北部的部分地區。

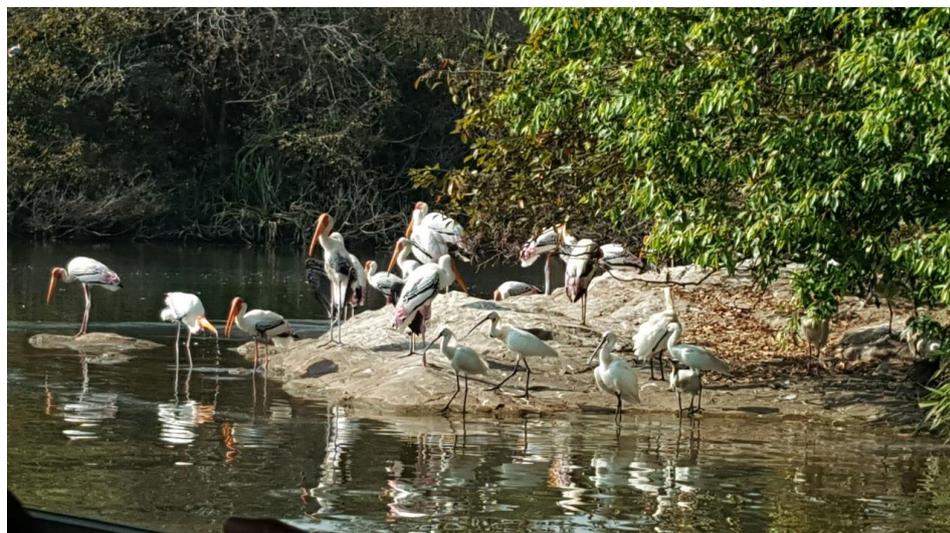


圖 17 Ranganathittu 鳥類保護區

## 第參章 心得與建議

- 一、本次「永續發展之水資源管理」研習課程安排有「印度水資源開發概論」、「永續農業水資源管理」、「提高缺水地區的水資源利用效率促進永續發展」、「聖雄甘地全國農村就業法(MGNREGA)和自然資產」、「社區水資源管理(社區記分卡)」、「透過社區動員進行水資源安全保護」、「GIS 在水資源管理中的應用」、「印度節水實踐」、「Rainfed 地區流域開發項目之成功案例」、「效灌溉水管理是糧食安全和永續發展關鍵」，並參訪賈瓦哈拉爾尼赫魯科技大學地下水補注設施、卡納塔克邦政府流域開發部門、Krishnaraja Sagara 水壩及 Ranganathittu 鳥類保護區，經由授課講師講解瞭解印度如何進行水資源開發、水資源管理、如何促進缺水地區水資源利用效率、永續發展、水資源安全保護以及流域開發。
- 二、現在世界上除了能源危機外，水資源問題也逐漸浮上檯面，相信未來勢必有一場「水戰爭」，而印度則是最有機會爆發水戰爭的國家。「水資源問題」是印度長久以來受到重視，因此印度的水資源政策著重於如何於缺水地區有效運用水資源，並且進行水資源開發以及有效管理水資源等。而印度許多地區仍然單靠雨水灌溉作物，因此如何提升灌溉效率也是印度的水資源政策。
- 三、本次筆者受邀參加於本(107)年 2 月 12 日至 2 月 25 日(為期 14 天)在印度海德拉巴舉辦之「永續發展之水資源管理國際研習會暨訓練計畫」，充分瞭解印度水資源不足以及水質問題，也瞭解印度政府為解決民生用水之苦心，印度政府極力倡導以 RO 逆滲透取代瓶裝水，並且於各參訪地點均廣設飲水機並提供水杯供民眾使用(礙於衛生問題，筆者並未使用飲水機飲水)，並於各地方廣設雨水蒐集系統俾利使用，且利用現地材料及可行方法，儘量將雨水匯集，使其補注地下水，供民生及農業使用。另因印度絕大部分地區仍屬窮困，在參訪期間，瞭解到印度政府如何藉由過去傳統水資源管理措施之歷史經驗，加上現代科技方法用於現地獲得最佳結果，瞭解印度政府對於永續印度水資源保育之理念及決心。
- 四、印度長期因水源污染問題而頭痛不已，除因傳統用水模式影響外，也因發展工業而造成更劇烈的水質危機，另因印度地大物博，水資源管理較台灣更屬不易，然在印度政府努力之下已逐漸好轉，可做為台灣水資源管理之借鏡。