

再生水及智慧水務產業人才供需分析

1. 再生水人才需求面推估

「再生水」與「智慧水務」屬於水利產業中較新興之領域，業務重點為解決供水與防災兩大層面之基礎建設問題，其人力需求層面主軸與其他已成熟水利產業仍有類似之處，亦即以土木、水利及環工學門之人才為主。惟因此市場需求預期近年將持續成長，在長期推動策略上，確有必要分析人力之供與需，以檢討長期人力的培育方向。

本計畫人力需求包含兩部分：

(1) 推估係指每一個案展開後「過程中所有參與之從業人員數」；以水庫等大型建設工程為例，整體工程之推動過程，直接與間接參與總人數有上千人。

(2) 另因部分從業人員將同時參與許多個案，僅部分為因特定個案「淨增加之就業機會」，在整個工程生命週期中，淨增加之長期就業機會主要以管理維護職位為主；以水庫工程為例，一般約為數十人。

承上，循一般公共工程之案例，「所有參與之從業人員數」應乘以一係數，以求得「淨增加從業人員數」，建議以「5%」做為此係數。

再生水廠透過環工技術處理方法，提升下水道系統之放流水水質至可以利用之程度，並以管線進行長距離之供水，而在使用者端則需要相關之品質管控。以高雄市鳳山再生水廠 45,000 CMD 供應臨海工業區乙案為例，工程生命週期為 17 年（設計建設階段 2 年加上營運 15 年），其實質參與人力推估如表 6-1，估計約 260 人，如以前述 5% 之係數估算，淨增加從業人員數約 13 人，主要為鳳山水資源回收中心因轉型為再生水廠，除原污水處理人力外，因再生水廠設備管理維護所增加人力。

就目前推動中的系統再生水案，尚包括臨海、永康、安平、豐原、

水滴、桃北等公共污水下水道系統，以及楠梓加工出口區、南科、彰濱等工業區專用下水道系統，以上九案預期於未來五年內完成，其需求並延續到民國 125 年；若連同鳳山一案共同計算，在此過程「系統再生水」個案相關參與人次保守估計約 3,000 人，期間淨增加之就業機會約 150 人，預期主要為環工、機械兩大領域。

表 6-1 高雄市鳳山再生水廠供應臨海工業區參與人力推估

產業類別	預期參與人力	相關學門/領域
技術顧問業	20	土木、環工、水利
薄膜設備業	30	化工、機電、環工
週邊機電儀表業	30	機電、環工
統包工程業	100	土木、環工、水利
代操作業	50	環工
使用者端水質控管者	10	化工、機電、環工
相關公部門	20	土木、環工、水利
總計	260	--

另一方面，國內相關需求包括由事業內部透過高階水處理系統所產製的非系統再生水，以其中最著名案例為中鋼再生水案（13,500 CMD），工程生命週期約 12 年（設計建設階段 2 年加上設備壽命 10 年），其人力需求估計參見表 6-2，約 110 人，約淨增加 5 至 6 人穩定就業機會，主要為再生水設備之操作維護與水質監測等。國內目前之非系統再生量約 55 萬 CMD，以過去十年之統計而言，每年約增加 1 萬 CMD，相當於中鋼案之規模；若以未來至民國 125 年，若每年將至少增加一個類似於中鋼非系統再生水之個案，預期未來 15 年內，參與人次約 1,500 人，期間淨增加之就業機會約 75 人，預期亦為與環工、機械兩大領域相關。

表 6-2 中鋼非系統再生水案參與人力推估

產業類別	預期參與人力	相關學門/領域
技術顧問業	5	土木、環工、水利
薄膜設備業	20	化工、機電、環工

週邊機電儀表業	20	機電、環工
統包工程業	50	土木、環工、水利
代操作業	10	環工
使用者端水質控管者	5	化工、機電、環工
總計	110	--

2. 智慧水務人才需求面推估

在智慧水務方面，預期在未來十年內，相關管理工具與系統建置主要將應用於防汛預警報、灌溉系統優化、水庫管理、自來水管網供水穩定四大層面。智慧水務之淨增加從業人員計算，由於不似再生水推動有大規模建設案例，且個案所需人力需求不一致，本計畫推估方式係以國內現況及相關產業經驗，評估智慧水相關個案人力需求。就每個智慧水務個案，推動過程中約有 30 至 40 人次參與各類系統建置，援相同之係數（5%），最後長期淨增加之就業機會約 1 至 2 人，主要執行系統與儀表的後續維護；各類別相關個案之需求數量約略推估如下：

- i. 防汛預警報：以國內 22 縣市與經濟部水利署十處河川局之規模，推估至少有三十處個案將針對中央管河川與市區下水道系統進行建置。
- ii. 灌溉系統優化：國內目前有 17 處農田水利會，以目前耕作、灌溉節水、人力優化等需求情形評估，推估至少有十處個案將建置灌溉優化管理系統。
- iii. 水庫管理：國內目前主要供應民生用水水庫超過 20 座，以儲水量與供應壓力推估，推估至少有十處個案將建置水庫管理系統。
- iv. 自來水管網供水穩定：國內目前有四大供水機關構(北水、台水、金水、連水)，約有五十處「大區」(DMA, district metered area) 或營運所，需個別建構水量管理系統以減少漏水，穩定水壓；依供應壓力推估，至少有三十處系統將建置相關管理系統。

綜上，推估有八十處智慧水務系統將於未來（至民國 125 年間）逐步建構。個案因各種智慧水務所需管理系統性質迥異，且相關個案之建置因規模與性質不同，並無一致之人力需求基準；表 6-3 仍以一般狀況之推估約略人力支用狀況，以機電設備之一般壽命以及分析技術進步狀況估計，預期每案之工程週期為 15 年（含設計、安裝、維護、換新），估計每案涉及人力約為 130 人，淨增加從業人員數約 6 至 7 人；循此，八十處智慧水務系統的建置上，預期至民國 125 年，或將衍生有一萬人次參與相關工作，換算長期淨增加從業人員數約 500 人，主要負責各類監測儀器之巡查、檢修、校正與數據分析。其中土木、水利、環工等基本學門（約 70%）預期為投入領域知識（domain knowledge）以分析相關數據，亦將帶動機電、資訊等系統方面之人力增額投入（估計約 30%），以滿足相關技術面的需求。

表 6-3 智慧水務系統單一建置個案參與人力推估

產業類別	預期參與人力	相關學門/領域
技術顧問業	5	土木、環工、水利
監測業、軟體業	20	水利、機電、資訊
硬體感測層設備業	10	機電
週邊機電儀表業	10	機電
統包工程業	50	土木、環工、水利
維護業	20	土木、環工、水利
資通訊業	10	水利、資訊
公部門	5	土木、環工、水利
總計	130	--

3. 再生水與智慧水務人才供應面缺口探討

依本次黃頁建構過程，從供給再生水與智慧水務相關服務、產品的廠商來看，所了解之水利產業廠商內部人力組成，超過三成公司其人力組成有 70~100% 為土木、水利及環工學門，超過五成公司其人力組成半數來自前述三大學門；前述統計代表水利產業界目前之人力組成，主要來自於工程學群，以及地球及環境學群等科系所，

可支撐前述再生水與智慧水務所衍生之大部分人力需求。

從下圖資訊顯示，工程學群預期於民國 111 年，每年投入業界之學生人數約 34,000 人(趨勢為逐年遞減)，地球與環境學群約 2,200 人(趨勢為逐年遞增)，資訊學群則為 14,000 人(趨勢為逐年遞增)。配合前述需求，顯示臺灣業界相關人力未來供應再生水與智慧水務時，應該注意下述問題：

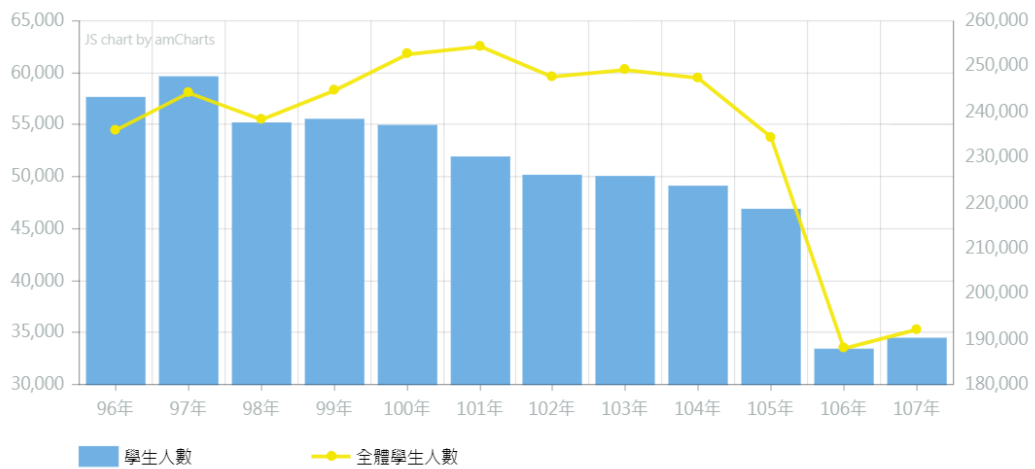


表 6-4 工程學群新生人數與全體學生人數

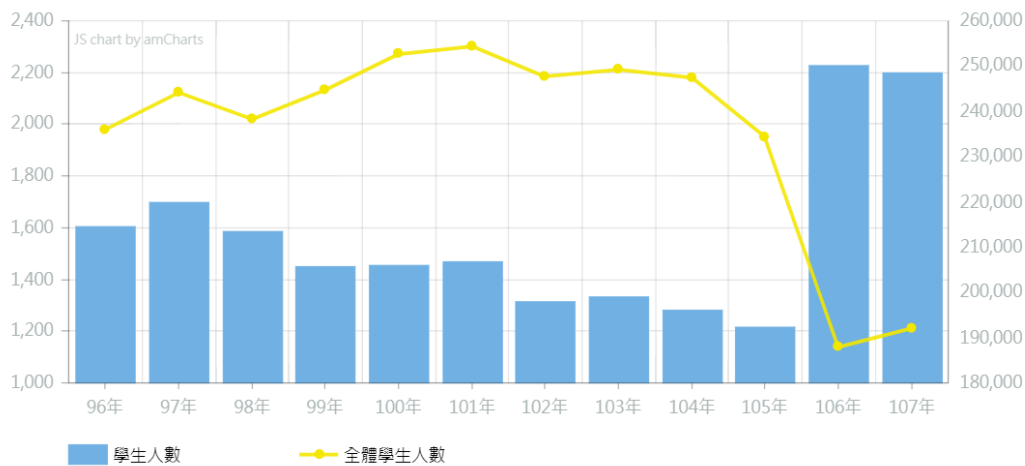


表 6-5 地球與環境學群新生人數與全體學生人數

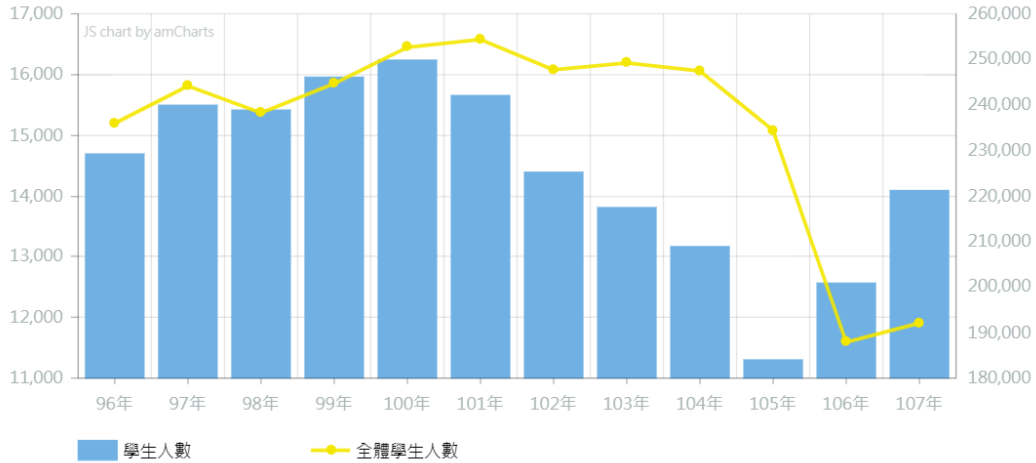


表 6-6 資訊學群新生人數與全體學生人數

目前於再生水與智慧型水務每年所增加之人力需求，相對於工程學群暨地球與環境學群每年超過 30,000 人之新生人數，雖仍低於 5%，惟長期而言係每年持續而穩定地增加。主管機關應注意相關學群之人力供應長期有持續下降之趨勢，且其投入其他製造業(如半導體製造業等)之比例經常在 50~70%，投入公共工程與廠務工程者實質上低於 10,000 人；若以此 10,000 人做為母數，則再生水與智慧水務方面之專業人力之供應需求在長期而言可能不足。

除工程學群暨地球與環境學群外，資訊學門等相關人力之供應仍持續增加，智慧水管理所需資訊相關人力相對於此或低於 1%，「量」並無供應不足之虞；惟應注意「質」的問題相關資訊人才之專業(物聯網相關資通訊技術)是否能與前述水利、環工、土木之專業(domain knowledge)整合。