

再生能源活用--微型水力發電之探討

徐享崑 喬聯技術顧問股份有限公司/高級顧問 水利技師
陳賜賢 台灣省水利技師公會榮譽理事長

前言

水力發電利用始於18世紀迄今至少約有200年歷史，近年來為因應再生能源及電力系統調度需要，歐洲及日本等國重新整頓既有開發抽蓄水力發電，將價值低之離峰電能轉換成高價值之尖峰電力。臺灣於民國98年07月08日公布「再生能源發展條例」其中第3條之第五款對再生能源定義為：『川流式水力：指利用圳路之自然水量與落差之水力發電系統』。有鑑於此，經濟部策略性鼓勵民間開發，給予發電業者投資抵減及免稅獎勵，並以優惠價格購電，由此看來，微型水力發電容量的增長及其對能源貢獻度應較為迅速可觀，本文主要探討微型小水力發電設置可能性及效率探討。

一、微型水力發電概況

對於微型或小水力發電區分，在國際上並沒有一個標準的定義。如歐盟之西班牙、愛爾蘭和瑞典未考慮裝機發電容量的數值，而是以再生能源發電的最大價值及電力區網有否義務保障購買判斷，通常發電量小於100kW以下稱微型水力發電，整理如下表1。

表1:微型水力發電量(常發電量小於100kW以下稱之)

小水力發電Small Hydro Power (SHP): 以水力發電力作區分(如下表)通常發電量小於10,000kW以下稱之		
發電力	區分	
100,000kW(10MW)以上	大水力(Large Hydro)	通常匯入大電網
10,000kW~100,000kW	中水力(Medium Hydro)	通常匯入電網
1,000kW~10,000kW	小水力(Small Hydro)	通常匯入電網或區域電網
100kW~1,000kW	迷你水力(Mini Hydro)	遠離電網偏遠地區提供小型社區或農村作業使用
100kW以下	微型水力(Micro Hydro)	供電容量不及500kW為小型電業(電業法)
10kW以下	細微水力發電(Pico Hydro)	

單位:kW (kilowatt) - 1000 Watts/ MW (megawatt) - 10⁶ Watts or 1000 kW 1W = 1J / 1s = 1V × 1A
defined by United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) 1GW = 10⁹ W

整體而言，推動微型水力發電理由如下：

- (1)綠色再生能源有效活用
- (2)乾淨能源因川流式水力發電對環境衝擊小不需環評
- (3)區域地方能源自給自足(如圖1)
- (4)推動地方發展活化產業，如水保局農村再生。
- (5)適合大規模水力發電地點缺乏
- (6)農業用水路有效再利用
- (7)削減CO₂排放效果（因應京都議定書）
- (8)永續經營長期安定（水力發電工程生命週期50年以上）。

未來能源供給型式:分散型區域地方能源自給自足
(能源供給風險分散)



圖1 分散電源供給風險

二、發電可能設置地點及經濟效率探討

有關水力發電適用地點之評估選定，包括從既有防砂壩、攔河堰與既有引水渠道灌溉水路，在此相關地區初步選擇具有潛力的發電地點開始進行評估判斷及具體的討論，依序對個別地點進行最適合發電規模的討論及概略設計，從概算工程費及運用有關的經濟性收支評估，判斷小水力發電事業投資的可行性。

對於發電經濟評估及發電規模與發電量的條件，去探討適合開發之場址優先順序。包括可發電之最大使用水量之河川流況曲線分析如下圖2~圖3，是在發電站使用的最大水量，用需求和供給的平衡討論進行，調查統計該區河川利用取水情況、在取水地點下游河川流量的減水區間考慮河川環境保育目的及其他必要確保必要維持河川生態基流量

《經驗交流》

山區道路排水設計問題探討

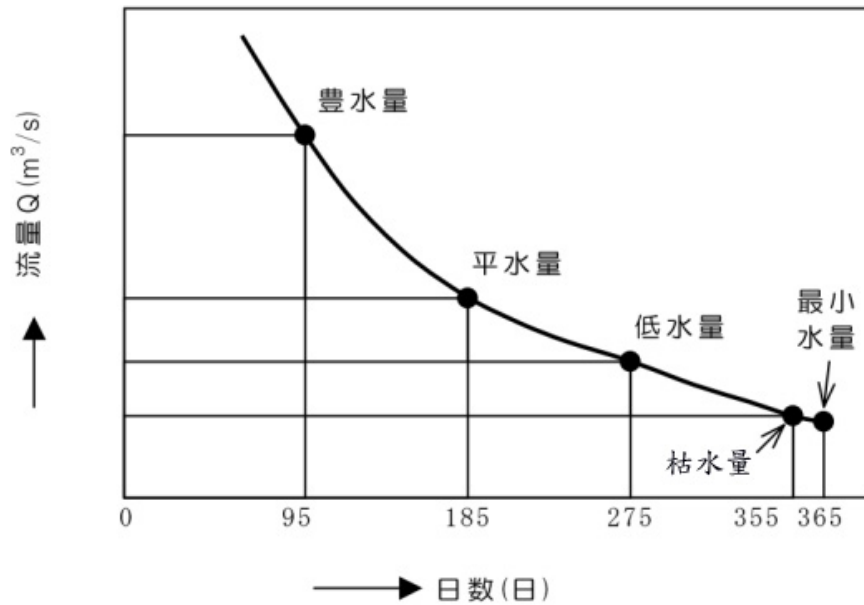


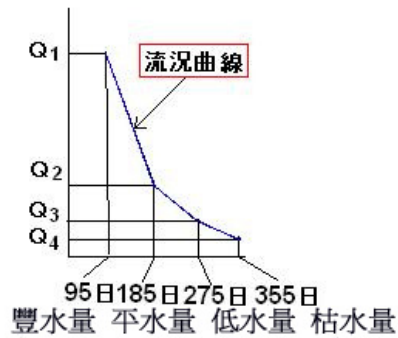
圖2 決定可發電之最大使用水量之河川流況曲線

河川流量及年降雨量關係

河川流量: Q [m^3/sec]
 年降雨量: h [mm]
 降雨面積: S [km^2]
 河川逕流係數: $c = \frac{\%}{100}$

$$Q = \frac{h S c}{365 \times 24 \times 3600} = \frac{h S c}{31536} \text{ [} m^3/sec \text{]}$$

流況曲線及年流量利用日數



日數計算法

豐水量 90日×1+5
 平水量 90日×2+5
 低水量 90日×3+5
 枯水量 90日×4-5

	日數
豐水量 $Q \geq Q_1$	95日
平水量 $Q \geq Q_2$	185日
低水量 $Q \geq Q_3$	275日
枯水量 $Q \geq Q_4$	355日

圖3 河川流況曲線詳細計算

三、微型水力發電模組試驗探討

為了解微型水發電在國內推動可行性，此處參考國外資料作為評估，依據日本鳥取県の小水力發電組試驗案例探討，其佈置及詳情如下圖4~圖6，其基本資料如下：

水力發電施設名稱：農業用尾水路「根尾井手」

- 型式：混凝土明渠
- 水路斷面：寬2.1m×高0.35m
- 水利權：既定水利權
- 管理主体：大原千町土地改良区
- 流量：0.04m³/s
- 落差：3.8m（有効落差3.0m）
- 最大水力：0.7kW
- 供給施設：大山農産物直売所。



圖4 日本鳥取県の小水力発電組試験案例

經濟效益評估(以下已折價為台幣)

①建設費 210(萬元)製作・設備一式

②可能發電量(kWh) 6,132 發電力 0.7kW

③有効發電量(kWh) 5,862 =②×設備利用率(95.6%)

④1kWh (度) 投資建設單價 342 (元) ①/②

初估運轉 20 年 1 年攤提 約 10 萬元

1 年電價收入約 1 萬元 5862*2(元/度)(日本收購價換算台幣約 10 元為台灣
5 倍)

益本比 0.1<<1 不符成本

《經驗交流》

山區道路排水設計問題探討

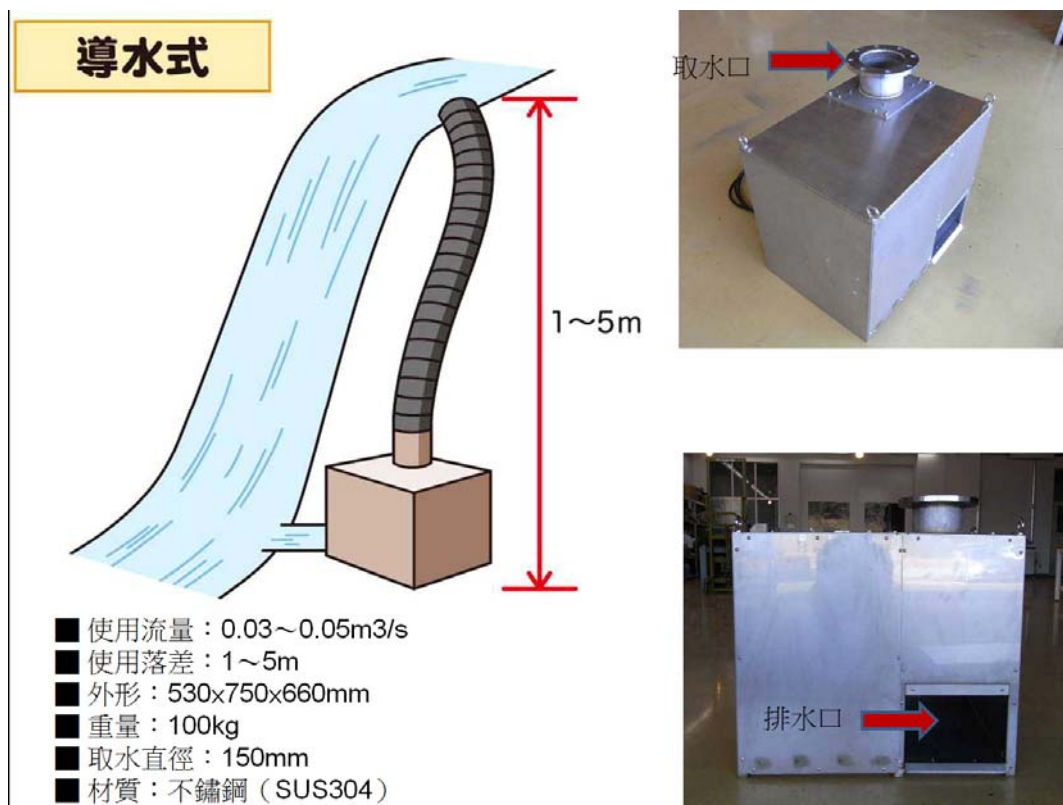


圖 5 日本鳥取県の小水力発電組試験規格

水車與發電機裝整合為一組套裝便於搬運攜帶



重量：100kg

圖 6 日本鳥取県の小水力発電組整組規格

四、結論與建議

由上案例可知在日本應用成功之新技術低成本之微型水力發電，技術上問題點包括：

- 1在取水時有空氣混合情況需改善，避免降低發電效率
- 2在取水口的防垃圾措施設備需改善，避免入口堵塞
- 3減少引水管道損失在震動負載降低發電衝擊條件需改善
4. 避免流量變動過大以穩定電力供應

另外改用臺灣電價計算後其經濟效率不足。總之對於經濟部之投資抵減及免稅獎勵，並以優惠價格購電，其誘因不足，要推動微型水力發電再生能源除保障收購價必須調整外應有適當補助金。

參考文獻：

- 1、日本鳥取県の小水力発電.....平成24年3月1日.
- 2、日本国 交通省 管理・国 保全局 〇〇 発電設置ため 引き.....平成25年8月1日

投稿 104.04.23
校稿 104.04.30
定稿 104.05.05