

專題研究題目 C#語言運用在抽水馬達之功率計算



專題學生：伍紘裕、陳裕和、彭冠彬、張書誠、徐守宏

摘要

一般而言，抽水馬達之功率在過去都是用手算或者是經由水電行師傅經驗傳承而得，耗時、容易產生錯誤、或不準確，所以本專題研究主要針對馬達功率來做事先的計算且透過Microsoft C#語言來設計此使用者介面，如此，可以讓使用者很容易計算出馬達所需的功率，且程式使用者介面簡單、容易、及易學，同時本專題所設計的馬達功率計算程式可以精準算出你需要的抽水馬達功率，以應付業界選取各種馬達所需的各種功率要求。經過實際測試本研究所開發的程式，測試結果與手算的結果一致，表示本研究開發的C#抽水馬達之功率計算程式確實可用、準確度比手算還要高、也可以隨身攜帶(若把程式灌入可攜的手機或平板)、操作介面簡單、執行效率佳、且時間相當節省。

第一章 前言

C#是一種簡潔且類型安全 (Type-Safe) 的物件導向語言，讓開發人員能夠建置各種可以在 .NET Framework 上執行的安全、強固應用程式。您可以使用 C# 來建立 Windows 用戶端應用程式、XML Web Services、分散式元件、主從式應用程式、資料庫應用程式以及更多程式。Visual C# 提供進階的程式碼編輯器、便利的使用者介面設計工具、整合式偵錯工具以及許多其他工具，用以簡化根據 C# 語言及 .NET Framework 來開發應用程式的程序(請參考文獻1)。

抽水馬達為公寓大樓、高樓層、或環境工程中水處理最常使用的設備，我們能利用馬達輸送流體，從低水位送到高水位的地方。但馬達的馬力大小與用途種類有所不同，一般分為家用、工程用途、及農業用途，其中工程用途又分為耐酸與耐鹼。馬達功率與其他參數關聯如下：

1. 馬達馬力與摩擦係數損失會影響輸送水量。
2. 若馬達馬力設計過大，會造成電力無謂的浪費且成本也會增加。所以，我們必須透過所需之馬達馬力事先計算，才能精準確定設計出所需的馬達功率，如此，才不會出現馬達馬力過大或馬力過小的情形。計算馬達之馬力可透過C#程式來計算得知自己所需的馬達之馬力，另外，若要選擇馬達類型必須了解所需之用途。

馬達相關的基本計算公式介紹(請參考文獻2)、馬達選用之負載慣性慣量計算(請參考文獻3)、及維基百科功率章節有詳述力學功率(請參考文獻4)、電學功率之計算(請參考文獻5)，以上三個參考文獻皆詳述馬達馬力的計算相關討論，但這些內容涵蓋廣泛且複雜以至於使用者難以理解，一般而言，抽水馬達之功率在過去都是用手算或者是經由水電行師傅經驗傳承而得，容易產生失誤，所以本專題研究主要針對馬達功率來做事先的計算且透過Microsoft C#語言來設計此使用者介面，如此，可以讓使用者很容易計算出馬達所需的功率，且程式使用者介面簡單、容易、及易學，同時本專題所設計的馬達功率計算程式可以精準算出你需要的抽水馬達功率，以應付業界選取各種馬達所需的各種功率要求。

第二章 材料與方法

詳細內容如下：

1. 材料：
 - 【1】軟體：
C#(Visual Studio 2013)
編排書面報告程式(Microsoft Word)
 - 【2】硬體：
電腦
1-1電腦版本:Windows 7 企業版
1-2處理器: Intel(R)Core(TM)i7-4790 CPU @ 3.60GHz 3.60GHz
1-3記憶體(RAM): 8 GB
1-4系統類型:64位元作業系統

2. 方法

方法主要分為2個章節：1. 抽水馬達功率之計算及2. 應用軟體使用者介面，詳細說明如下。

2.1 抽水馬達功率之計算

抽水馬達功率之主要計算流程如下：

體積→(透過密度)→質量→(力=質量*重力加速度)→力→(功=力*一段距離)→(功率=功/時間)→功率→(單位換算)

→馬力→(效率=輸出/輸入)→理論求得的功率。 $1hp = 76.04kg \cdot \frac{9.8m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}$

詳細各個參數定義如下：

1. 質量：體積=質量/密度
例：純水在4°C時，密度為1g/cm³，亦為 1kg/L 或 1000kg/m³，註：本研究的範例假設流體密度為1g/cm³為一般的水，若流體為濃縮汙泥或密度不1g/cm³的流體，則請代入實際流體密度來計算出質量。
2. 力：力=質量*重力加速度 $\frac{1hp}{76.04kg} = \frac{9.8m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}$
重力加速度：一般使用9.8 m/s²。
3. 功：功定義為力和位移的乘積。
4. 功率：功率單位是瓦特(W)或馬力(hp)，功率為功/時間。
5. 單位換算：
1hp=746w

某一七層樓大廈，樓頂水槽(長、寬、高)為3公尺× 3公尺× 2公尺，若採用上下限水位控制，使水位差1公尺就再補充水，即每次抽水為3公尺× 3公尺× 1公尺 = 9公尺³的水，設水密度 = 1 g/cm³。假設以儘量減低契約容量與節省整體尖峰發電量而言，只要1個小時抽取完成即可，則需購買多少馬力的抽水機(假設該抽水機之效率為50%)？註：每一樓3公尺×7樓 + 地下層3公尺 + 七樓頂之水塔之入口高度約5公尺 + 彎頭及水管等水頭損失估計約11公尺 = 40公尺。

Sol.

$$\text{質量} : 9m^3 \times \frac{1g}{cm^3} \times \frac{1kg}{1000g} \times \frac{(100cm)^3}{1m^3} = 9000kg$$

$$\text{力} : 9000kg \times \frac{9.8m}{sec^2} = 9000 \times 9.8 \frac{kg \cdot m}{sec^2}$$

$$\text{功} : 9000 \times 9.8 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \times 40m = 9000 \times 9.8 \times 40 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot m$$

$$\text{功率} : 9000 \times 9.8 \times 40 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot m \times \frac{1}{1hr} \times \frac{1hr}{3600sec} = 980 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}$$

$$\text{單位換算} : 980 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec} \times \frac{1hp}{76.04kg \cdot \frac{9.8m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}} = 1.315hp$$

$$\text{效率} = \frac{\text{output}}{\text{Input}} \rightarrow 50\% = \frac{1.315hp}{x} \rightarrow x = \frac{1.315hp}{0.5} = 2.630hp$$

故建議購買 3 hp 的抽水機。

2.2 應用軟體使用者介面

■ 長方體的儲水槽

針對蓄水體的槽體形狀不同，分為長方體蓄水槽及圓柱體蓄水槽，詳細操作步驟如下。

1. 打開抽水馬達程式，如圖1畫面。若抽水馬達為長方體，請按1，將會進入圖2，若抽水馬達為圓柱體請按2，即可進入圖3畫面。

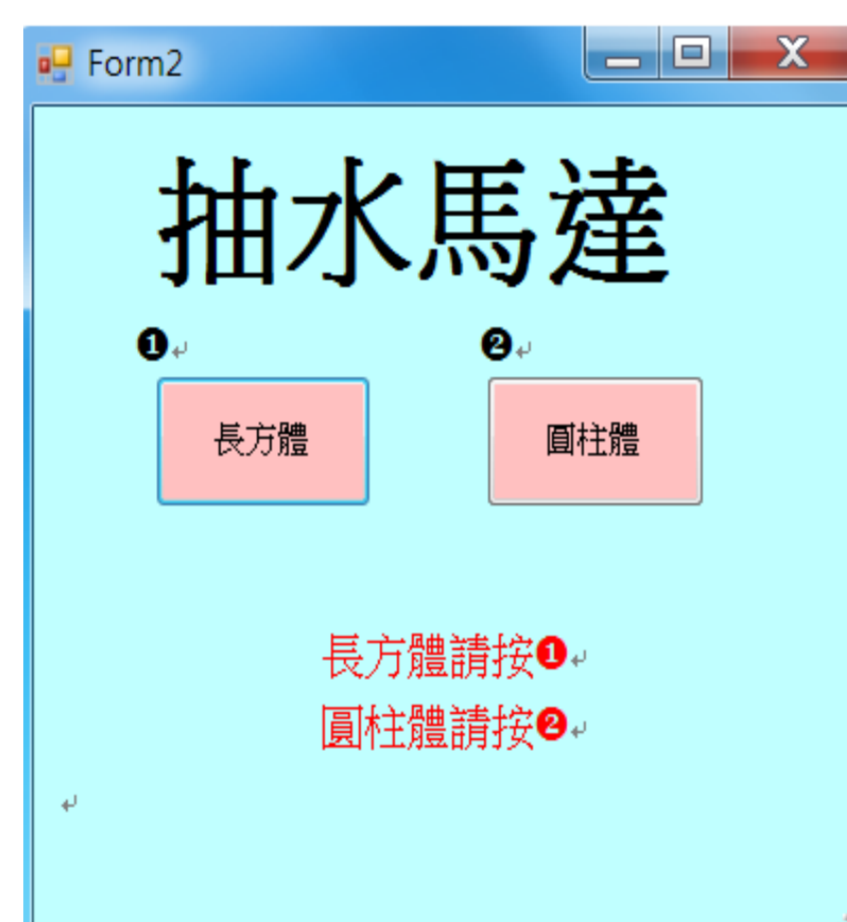


圖 1 選取抽水馬達形狀

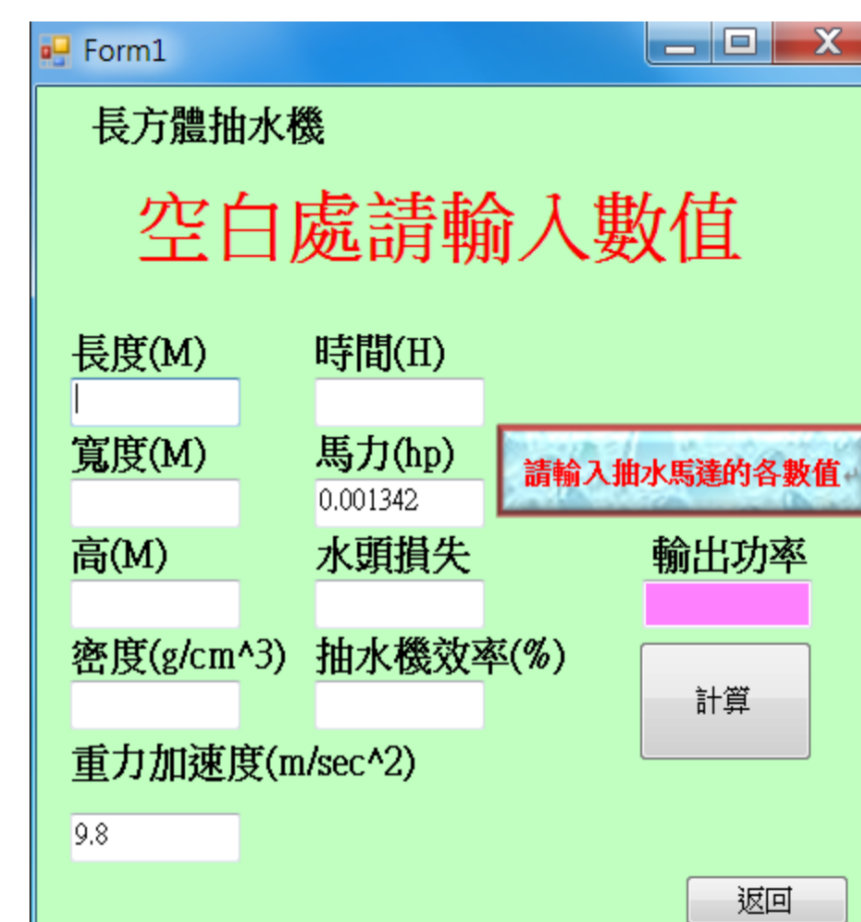


圖 2 長方體抽水馬達

2. 進入，圖2為長方體抽水馬達計算畫面，輸入各數值後，再按下計算，即會獲得輸出功率。
警告：如有任一框內未輸入數值，將無法計算。
3. 圖2中的紅框內的數值為抽水機的輸出功率。

打開抽水馬達程式進入圖1

若抽水馬達為圓柱體請按2。
將會進入圖3。

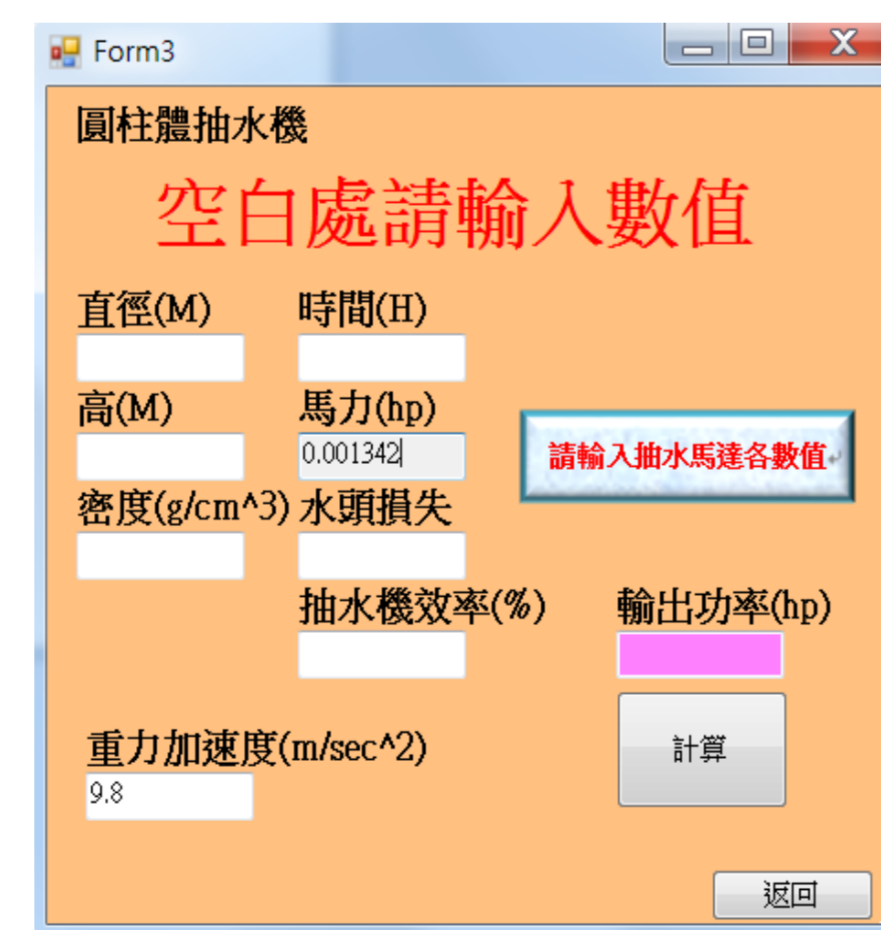


圖 3 圓柱體抽水馬達計算畫面

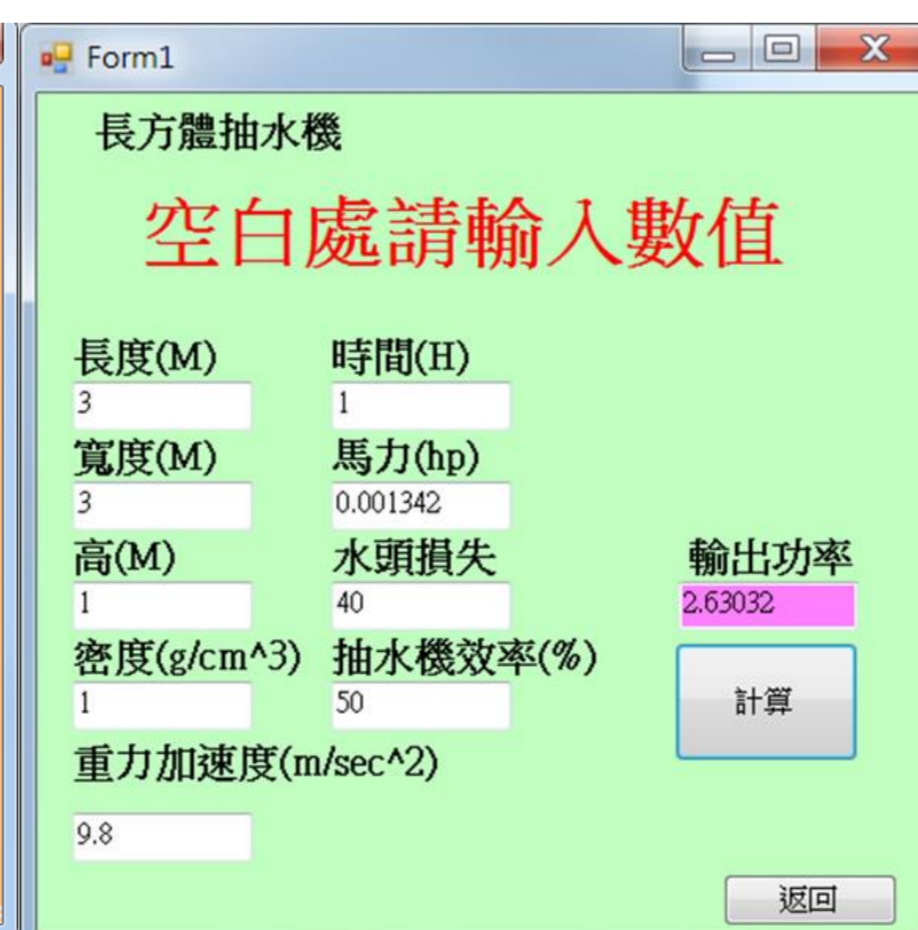


圖 4 範例實際執行後的結果畫面

進入圖3，再依圓柱體抽水機數值，輸入各對應框內，再按下計算，即會獲得輸出功率。
警告！
如有任一框內未輸入數值，將無法計算。
紅框內的數值為抽水機的輸出功率

第三章 結果與討論

本研究測試範例如下，該範例所附的解答有詳列計算過程及說明，同時利用本研究研發的抽水馬達之功率計算程式，實際測試該範例，程式執行後的結果(如圖4)與手算的結果一致，表示本研究開發的C#抽水馬達之功率計算程式確實可用、準確度比手算還要高、也可以隨身攜帶(若把程式灌入可攜的手機或平板)、操作介面簡單、執行效率佳、且時間相當節省。

■範例：

某一七層樓大廈，樓頂水槽(長、寬、高)為3公尺× 3公尺× 2公尺，若採用上下限水位控制，使水位差1公尺就再補充水，即每次抽水為3公尺× 3公尺× 1公尺 = 9公尺³的水，設水密度 = 1 g/cm³。假設以儘量減低契約容量與節省整體尖峰發電量而言，只要1個小時抽取完成即可，則需購買多少馬力的抽水機(假設該抽水機之效率為50%)？註：每一樓3公尺×7樓 + 地下層3公尺 + 七樓頂之水塔之入口高度約5公尺 + 彎頭及水管等水頭損失估計約11公尺 = 40公尺。

Sol.

$$\text{質量} : 9m^3 \times \frac{1g}{cm^3} \times \frac{1kg}{1000g} \times \frac{(100cm)^3}{1m^3} = 9000kg$$

$$\text{力} : 9000kg \times \frac{9.8m}{sec^2} = 9000 \times 9.8 \frac{kg \cdot m}{sec^2}$$

$$\text{功} : 9000 \times 9.8 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \times 40m = 9000 \times 9.8 \times 40 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot m$$

$$\text{功率} : 9000 \times 9.8 \times 40 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot m \times \frac{1}{1hr} \times \frac{1hr}{3600sec} = 980 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}$$

$$\text{單位換算} : 980 \frac{kg \cdot m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec} \times \frac{1hp}{76.04kg \cdot \frac{9.8m}{sec^2} \cdot \frac{m}{sec}} = 1.315hp$$

$$\text{效率} = \frac{\text{output}}{\text{Input}} \rightarrow 50\% = \frac{1.315hp}{x} \rightarrow x = \frac{1.315hp}{0.5} = 2.630hp$$

故建議購買 3 hp 的抽水機。

第四章 結論

因為現在抽水馬達種類繁多計算繁雜易出錯，所以本研究設計了這個抽水馬達的功率計算程式，利用了Microsoft C# 設計抽水馬達功率計算程式，在市面上的蓄水容器多為長方體及圓柱體，所以我們主要設計了這兩種形狀的計算程式。本研究確實設計一套Microsoft C#語言運用在抽水馬達之功率計算的程式確實可用、準確度比手算還要高、也可以隨身攜帶(若把程式灌入可攜的手機或平板)、操作介面簡單、執行效率佳、且時間相當節省，最後經本專題研究小組測試，測試結果確實可行。其中抽水馬達功率計算要考慮及注意事項如下：

1. 輸入表單中的每個空格都需要填滿資料，避免無法得到計算結果。
2. 數值的單位要配合程式上所要求的單位來輸入數值。
3. 選擇馬達時，密度以蓄水池裡面的實際流體為主。
4. 本專題所開發的程式只限蓄水池容器形狀為長方體及圓柱體。
5. 水頭損失會因流體黏度、管件內部粗糙度、經過的管件數量、及流體經過的長度及高度而有所不同，請確實事先算出所需的水頭損失，以方便直接代入計算。

參考文獻

1. C# 資料來源：<https://msdn.microsoft.com/zh-tw/library/zlzx9t92.aspx>
2. 馬達相關基本計算公式介紹：<http://hem.org.tw/images/files/DM/Motor06.pdf>
3. 馬達選用之負載慣性慣量之計算：<http://www.sunholy.com.tw/epaper/NO.79/79.pdf>
4. 維基百科：功率 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8A%9F%E7%8E%87>
5. 電動機的運轉及應用：https://market.cloud.edu.tw/content/senior/life_tech/tc_t2/enerage/p_motor1.htm