

(a) 管線結垢輕微



(b) 管線結垢中等



(c) 管線結垢嚴重

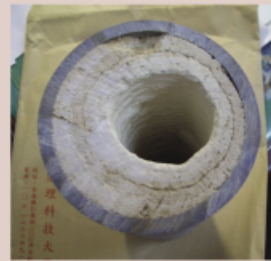


圖1 管線結垢程度示意圖

(a) 管線腐蝕輕微



(b) 管線腐蝕中等



(c) 管線腐蝕嚴重



圖2 管線腐蝕程度示意圖



圖3 主要溫泉區結垢情況分析



圖4 主要溫泉區腐蝕情況分析

泉造成管線腐蝕破壞的程度較輕微，而酸性硫酸鹽泉及混合泉對於管線的腐蝕程度較大，可能造成管線的損壞的情況較嚴重。圖2為管線腐蝕程度的示意圖。

#### 溫泉取用量結垢/腐蝕情況分析

在主要溫泉區的抽水溫泉取用及結垢/腐蝕情況程度進行調查與統計，結果表示於圖3與圖4，溫泉輸送管線使用不到2年即需更換管線定義為嚴重程度，中等程度為管線使用約3~5年即需更換管線，輕微程度為管線使用年限可達5年以上。

結果顯示，造成嚴重結垢程度之抽水量每年高達1,000萬噸，約佔55%之多，其他造成中等結垢程度的抽水量約每年220萬噸（佔11%），而輕微結垢程度的抽水量約每年600萬噸（佔34%）；另外，造成嚴重腐蝕程度之抽水量每年約260萬噸，約佔14%之多，造成中等腐蝕程度的抽水量約每年920萬噸（佔51%），而輕微腐蝕程度的抽水量約每年640萬噸（佔35%）。綜觀其結果，對於溫泉計量設備的選擇，必須更針對可防結垢之功能作為優先選擇原則。

#### 溫泉計量設備選擇

##### 溫泉計量設備選擇步驟及原則

對於液體流量量測所使用之計量設備，在選擇上應考量以下項目：

1. 流體之性質：是否為單純液體或含部分高溫蒸氣、成分為乾淨之液體或為含大量懸浮物之漿狀液體、是否為腐蝕性液體或氣體。
2. 操作之溫度與壓力之限制。
3. 現場安裝狀況：考慮適宜的測量方式、輸送液體之管徑大小、操作之管流雷諾數、是否有足夠長度空間供上游直管段之安裝、是否使用整流器、穩定流量或瞬時流量大小、以及操作之現場或室內溫度、溼度。
4. 儀器設備之要求：包括計量設備精確度以及量測範圍、計量設備是否用於測量一固定流速之流體或流速在一範圍內變化之流體、計量設備反應時間及量測頻率之要求及可能發生之瞬間最大及最小流量等。
5. 成本考量：計量設備本身及附屬儀器之價格、裝設成本、維護維修成本及便利性、未來擴充以及應用之可能性等。

根據上述的原則，量測溫泉湧出量及抽取量所裝設之固定式計量設備型式，依據下列建議之步驟（如圖5所示）施行評估後，考量裝設成本與現地之地形、可利用之儀表裝設空間、操作空間後，選用適當之計量設備進行裝設。

#### 溫泉計量設備選擇

溫泉計量設備可分為五種，皆可用來計算泉量的使用，包含管流式流量計量設備、明渠式流量計量設備、容器測定法、泵浦電量與經驗式。管流式流量計量設備包括科氏質量式、電磁式、文氏管、渦流式、葉輪式及超音波傳播時間差等計量設備；明渠式流量計量設備包括堰式明渠、槽式明渠及流速-水位明渠計量設備。管流式與明渠式的計量設施較為常見，底下即針對容器測定法、泵浦電量與經驗式進行介紹。

##### （一）小容量容器測定及水槽測定（適用於口徑磚測定）

容器計量方法係將水流導入適當已知體積之容器或已知表面積之水槽內，測定到達某一水位所需之時間，進而計算流量。此法相當傳統也很簡單，只需要準備一小容量容器或一般水槽，利用水位蓄積高度之時間差，即可測定出水量，其測定前後水位之高度差應在0.5 m以上，其操作流程如圖6與圖7所示。

$$\text{流量 (m}^3/\text{min)} = 60 \times \frac{V}{t}$$

V：容器內水位到達某一高度時之體積 (m<sup>3</sup>)

t：容器內水位到達某一高度時所需時間 (min)

考量溫泉露頭、溫泉孔型式

考量溫泉泉質特性

考量流量計量設備特性與安裝需求

考量流量計量設備成本

選出適當流量計量設備

圖5 溫泉水計量設備選擇步驟與流程

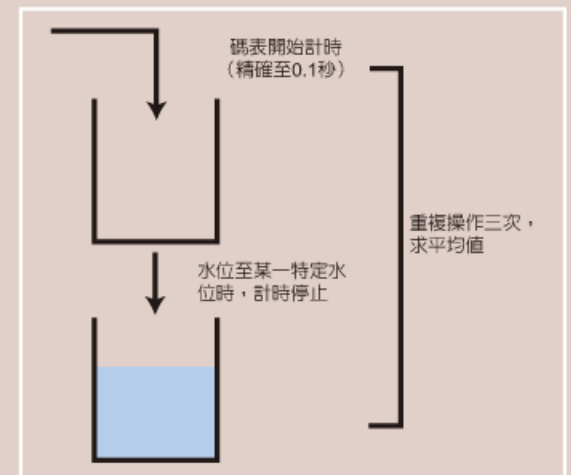


圖6 小容量容器測定流程圖

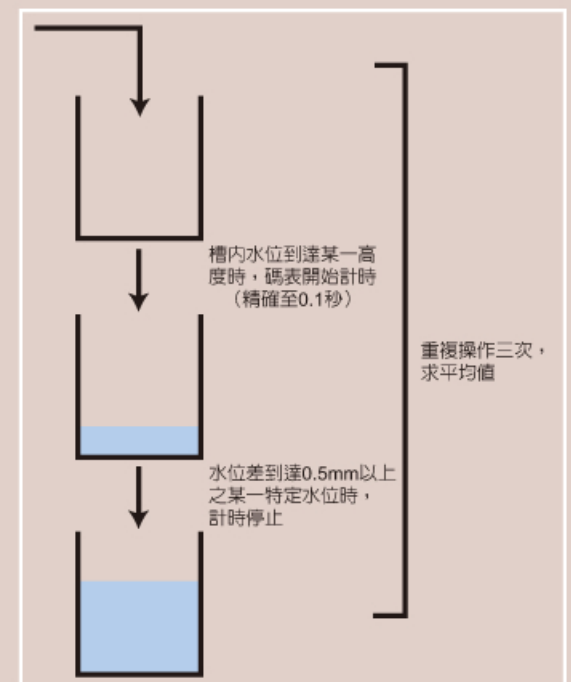


圖7 水槽測定流程圖