

以氣象局季長期天氣展望為基礎之流量預報模式

整合氣象局季長期天氣展望資料與降雨-逕流模式，進行未來三個月流量預報，以提供更為科學化與客觀之流量預報資料。由於氣象局季長期天氣展望係針對臺灣北部、中部、南部以及東部發布未來三個月氣象值(雨量與溫度)之偏低、正常、偏高機率，而北部、中部、南部以及東部之氣象值係分別以臺北、臺中、高雄以及花蓮氣象站作為參考站。因此，如需推求目標水庫集水區(如石門水庫集水區)未來三個月之氣象值，則需先將北部地區季長期天氣展望資料轉換至目標水庫集水區，其可透過目標水庫集水區歷史氣象值(雨量與溫度)之累積分布函數，並配合中央氣象局對於氣象值之定義，將累積分布函數之機率介於 0-30%、30-70%、70-100% 對應至偏低、正常、偏高之範圍。其餘步驟說明如下：

1. 藉由一個隨機亂數(介於 0 至 1 之間)，配合中央氣象局發布之機率預報結果，決定亂數值落於何種氣象值範圍。例如：某月發布偏低、正常、偏高機率分別為 10%、50%、40%，若亂數值等於 0.3 即落於正常範圍(圖左)。
2. 於氣象值範圍確定後，即可藉由另一個隨機亂數從累積分布函數之正常範圍內隨機選取一個氣象值作為預報值。例如：當氣象值範圍確定為正常後，若亂數值等於 0.6，則累積機率 54% 所對應之氣象值即為預報值(圖右)。
3. 重複上述步驟，直至獲得 N 組預報氣象值(取 $N = 1,000$)。其中，每組預報氣象值包含未來一至三個月之雨量與溫度預報資料。

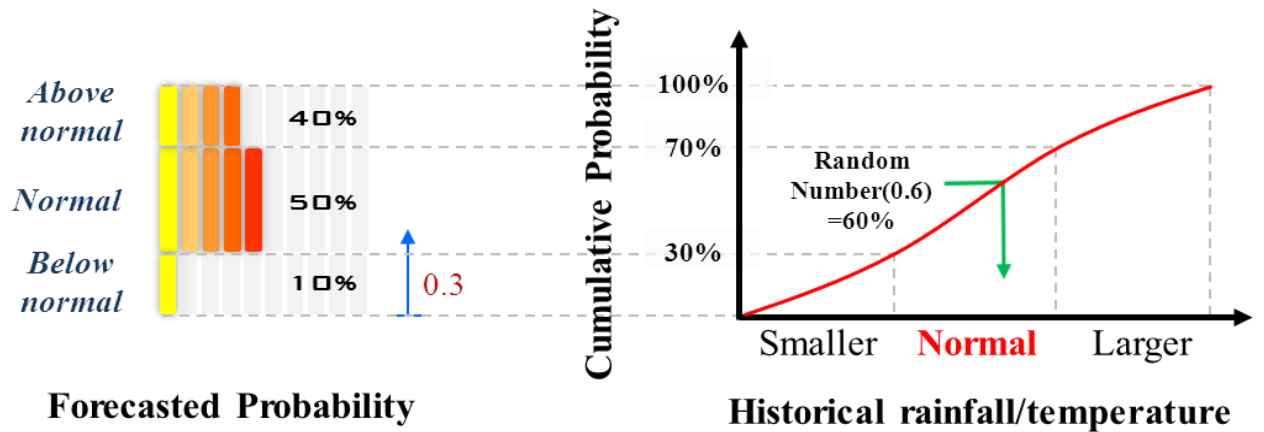


圖 1 利用中央氣象局季長期天氣展望進行氣象值繁衍之示意圖

上述步驟所產出之預報氣象值為月時間尺度，為配合後續連續型降雨-逕流模式與供水操作模式之模擬時間單位(日時間尺度)，須將預報氣象值(雨量與溫度)由月時間尺度轉換為日時間尺度，以下針對時間尺度轉換方法進行說明。

參考 Nowak *et al.*(2010)採用非參數型模式進行時間尺度轉換，主要係以水文變量之歷史分布型態為基礎，再藉由 k 鄰近法(k nearest neighbor, KNN)理論將水文變量之時間尺度由月時間尺度轉換成日時間尺度。 k 鄰近法屬於非參數模式，其透過重複選取歷史觀測資料，在不破壞資料時間與空間關係之前提下，將水文變量之時間尺度由月尺度轉換為日尺度，其步驟說明如下：

1. 針對雨量資料的部分，先將歷史資料每月之觀測日雨量，依照各月之總月雨量求出每日所佔該月月雨量之比例，可得到該月比例矩陣 $P_{n \times m}$ 。其中， n 為觀測資料年數， m 為該月份之天數。
2. 計算歷史觀測月雨量與欲轉換之月雨量之相似程度(距離)，再利用 k 鄰近法找出 k 個最鄰近(相似)之歷史月雨量。其中， k 值係參考 Lall and Sharma (1996)所提出之 $k = \sqrt{n}$ ，再根據權重函數決定其對應之權重，公式如下：

$$W_j = \frac{1}{j} / \sum_{j=1}^k \frac{1}{j} \quad (1)$$

其中， $j = 1$ 表示與欲轉換之月雨量值最為相似，而 j 值愈大愈不相似，且其權重則愈小。

- 藉由一個隨機亂數(介於 0 至 1 之間)配合權重函數，即可決定一組特定之月比例向量 $P_{year,m}$ ，再與欲轉換之月雨量 $P_{monthly}$ 相乘即可將預報雨量資料之時間尺度由月轉換為日：

$$P_{daily} = P_{year,m} \times P_{monthly} \quad (2)$$

例如，石門水庫集水區一月份歷史雨量資料之長度為 40 年，則其比例矩陣如圖。若欲轉換之月雨量為 25 mm，經由 k 鄰近法與隨機亂數選定之年份為西元 1972 年，則將該年比例向量 $P_{1972,31}$ 帶入上式，求得日雨量 P_{daily} 。

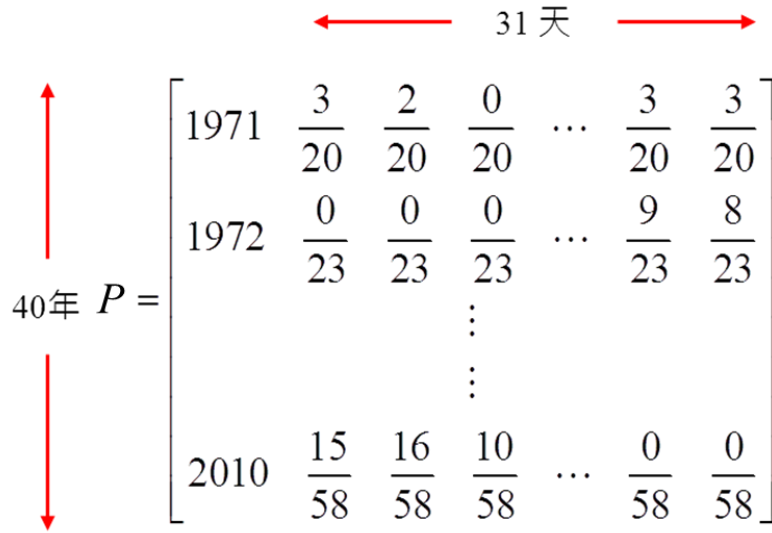


圖 2 石門水庫集水區一月份歷史雨量比例矩陣示意圖

而溫度轉換的部分，其轉換流程與雨量相似，先利用歷史各月月溫度求出每日日溫度與該月月溫度之比值，得其比值矩陣 $T_{n \times m}$ 。其中， n 為觀測資料年數， m 為該月份之天數。然後，再透過 k 鄰近法進行選取，最後將該月月比值向量 $T_{year,m}$ 與欲分解之月溫度 $T_{monthly}$ 相乘後可得到日溫度 T_{daily} ：

$$T_{daily} = T_{year,m} \times T_{monthly} \quad (3)$$

依上述步驟將預報氣象值(雨量與溫度)由月時間尺度轉換為日

時間尺度，重複步驟直至獲得 1,000 組預報氣象值，而每組預報氣象值包含未來一至三個月之日雨量與日溫度預報資料。然後，再藉由降雨-逕流模式將各組日雨量與日溫度轉換為日流量資料，計算 1,000 組日流量資料之平均作為預報流量。

氣象局係自民國 88 年起於每個月月底提供未來三個月之季長期天氣展望資料，每次皆預報未來三個月之流量資料。例如：民國 88 年 1 月底預報未來三個月(2 至 4 月)之流量資料，而民國 88 年 2 月底則預報未來三個月(3 至 5 月)之流量資料，每次流量預報之時間皆往後推進一個月，此即滾動式流量預報，以此類推。