

應用數值預報模式增強氣溫觀測資料偵錯研判分析

薛宏宇¹ 呂致穎¹ 陳翠玲¹
氣象科技研究中心¹
中央氣象局

摘 要

本研究延續104年度「台灣長期氣候資料整集分析計畫」的相關工作，進一步結合空間統計方法及數值預報模式(NWP)後處理方法的應用，持續改進氣溫觀測資料偵錯分析。本研究利用全台110個氣溫觀測站作為分析，使用鄰近站資訊的通用克利金(UK)內插方法可以滿足多數情形的需求，但過程中發現在某些測站分布地理位置的因素下，這種空間統計方法的內插估計表現較不好，在相同條件下，NWP後處理資料的結果與前者的表現較佳或是相當，指出這些資料可以提供協助做為參考。在NWP後處理資料的研究中使用MOS、Smart Init(INI)和Decaying Average(DA)三種方法做比較，在分析中可以發現到MOS方法的結果較佳，其次為DA方法，最差為INI方法，利用資料和觀測值的相關係數和均方根誤差說明，前兩個方法的資料整體上受日夜變化、季節變化和地理位置的影響較小，INI方法的整體資料較有明顯的日夜和季節變化，從三貂角站和廬山站分析明顯受到地理分布影響。MOS方法的結果大致上比DA方法較好，在一些月份內可以發現到兩者的表現很相近，針對建立估計資料的成本來看，MOS方法需要花費較多的資料成本才能得到結果，DA方法只需要NWP資料和觀測值即可以處理，另一個考量來看DA方法是比較好的選擇。最後應用迴歸離群值的方法，探討各種估計值與觀測值在分析過程中得到偏差離群值，挑選較高的偏差值搭配天氣系統和儀器的紀錄，探討這些高值的影響原因。

一、前言

在104年度「台灣長期氣候資料整集分析計畫」的研究中，利用大台北地區測站針對空間統計方法的估計資料和數值預報模式(NWP)後處理資料進行比較分析，主要的著重在溫度資料的研究上，將三種方法估計資料轉到目標測站位置上，初步的分析比較知道各種方法估計值的整體變化有季節和日月變化，估計值在冬季的白天時段資料品質較佳；在夏季的夜晚時段資料品質較差，而且在分析的過程中發現在三貂角站和富貴角站的NWP後處理估計值出現比UK方法的估計值較佳，這個初步的分析結果顯示出即使使用周圍實際的觀測資料推估也可能在一些測站得到較不理想的估計值。此研究延續相關的比較方法，將分析的區域擴增為全台110站的溫度目標測站，分析的資料時間增加至今年5月，NWP後處理的方法除了原本使用的MOS和Smart Init(INI)方法之外，另外再增加Decaying Average(DA)方法進行測試，目的希望透過多種方法的比較了解一些特性。

空間統計方法使用實際的觀測資料推估資料，理論上會比較接近真實的觀測值，被估計的目標站

周圍越多測站且距離越接近比較能反映出真實的狀態，台灣地區受到地形分布影響，實際的測站分布並不可能理想的均勻分布，多數的測站分布在平地與沿海地區，山區的測站分布較為稀少，因此在研究中探討全台地理條件不佳的測站地區，NWP後處理資料是否能提供較佳的輔助參考值。

將估計值與實際觀測值透過迴歸離群方法計算，討論高離群值的情況下，空間統計方法的估計值與觀測值得到的高離群值，和NWP後處理方法的估計值與觀測值得到的高離群值兩者之間的特性是否有不同，且針對高離群值的時間點探討當時存在的天氣系統或是存在錯誤的資料問題。

二、資料來源

資料時間選擇為2011到2016年5月的溫度觀測資料和NWP資料，以下針對各資料說明。

(一) 觀測資料

選取的地區為全台灣地區，分布的位置如圖1，共110站，這些測站的資料較為完整，資料事前做了初步檢核處理。

(二) NWP 資料

資料採用歐洲高解析度模式(ECA1)的等經緯度網格 NWP 資料，其網格解析度為 0.0125°，範圍分布為北緯 18°到 29°，東經 116°到 127°，選取初始時為 00Z 和 12Z，預報時為 000、003、006 和 009，共 8 個時間輸出資料，對應台灣當地的時間為 2、5、8、11、14、17、20 和 23，其中 8 和 20 為分析場資料，其他時間為預報場資料。

三、分析方法

本研究中沿用 104 年度的分析方法，空間統計方法使用通用克利金(UK)方法，NWP 後處理方法使用 MOS 統計降尺度方法和 Smart Init(INI)物理降尺度方法，另外使用 Decaying Average 時間濾波分析方法(陳等，2014)三種處理方法做比較。

Decaying Average(DA)，模式誤差衰減平均校正後處理方法，美國 NOAA 所屬環境模擬中心(Environmental Modeling Center，簡稱 EMC)為校正 NCEP GEFS 模式與 CMC GEFS 模式包含整點溫度、高/低溫、水平/徑像風速、海平面氣壓、重力位高度與地面氣壓等共 35 個變數的系統係誤差，發展採用簡化形式卡門濾波(Kalman Filter)的 r 校正方式，透過時間衰減數列平均的特性，有效的移除系統誤差，提供處理後的估計值作為使用。研究中採取選擇距離測站最接近的數值網格點作為資料輸入源，簡化網格資料處理的過程與降低處理誤差，目的為了減少系統誤差，在衰減平均處理過程中能得到較佳的調整和再分析結果。

針對四種估計值的分析結果與真實觀測資料計算，計算各測站標準化均方根誤差和相關係數，並將結果排序選取前 70%較好的結果，比較同一小時的年變化和同一個月份的日變化。

四、應用與討論

圖 2 和 3 分別為台灣時間 8 時和 20 時的年變化結果，底部長條圖為標準化均方根誤差值，參考左邊的 Y 軸值，灰色水平線為標準化均方根誤差 0.5 的值，上部折線圖為相關係數，參考右邊的 Y 軸值，後續的結果皆依此設定，在圖中藍色表示 UK，紅色表示 MOS，灰色表示 INI，綠色表示 DA，四者的估計值的表現上 UK > MOS > DA > INI，在二、三和十二月的表現較好，誤差較低，在七和八月的時候表現最差。圖 4 和圖 5 分別為八月和十二月的日變化結果，從圖可以發現到四種方法估計值在冬天很接近，夏季的時候差異很明顯，以日變化結果呈現四種方法在白天的時候估計值較好，夜晚到清晨的估計值較差。整體的比較

來看，採用實際觀測資料的 UK 方法比較能得較佳的估計值，但是針對每個測站仔細去比較會發現部分的結果並不一致，大略整理這些特定測站有 12 站，其分布如圖 6 所顯示，分析的過程採用這些測站全部資料進行處理，圖 7 和 8 分別為台灣時間 8 時和 20 時的年變化結果，從圖發現到冬季的 MOS 和 DA 的表現上與 UK 結果相近，圖 9 和圖 10 分別為八月和十二月的日變化結果，從圖可發現到 MOS 和 DA 方法在夜晚至清晨的時段內表現上與 UK 方法接近，INI 的結果在四種方法中屬於較差的，而且誤差隨時間變化的幅度大。選取這些測站的一部分結果做細節比較，圖 11 為三貂角站在 23 時的全年變化，結果呈現 MOS 和 DA 在冬季與夏季期間表現比 UK 好，在其他時間則表現相近，圖 12 為廬山站在 17 時的全年變化，UK 的在這站的估計結果較不好，而且可以看到 INI 在整個表現上相當差。這些測站從全台 110 站分布情形來看，可以知道大部分分布靠近山區和近沿海地區，且周圍鄰近站較少或距離較遠等地理條件的問題，使得 UK 方法在表現上較差。MOS 和 DA 方法在某些情況得到的結果較為相近，但是以產製資料的觀點作為比較，MOS 需要花費較大的資源得到產品，DA 只需要連續的 NWP 資料和觀測資料做演算法迭代運算得到結果，以成本的考量較為便宜。

利用 MOS 和 UK 估計資料進行氣溫迴歸離群值(Regression Outlier)方法(陳等，2015)分析比較，希望透過此方法計算得到較高的偏差離群值，再藉由分析這些高離群值討論觀測值和估計值之間是否有錯誤資料或其他原因造成。選擇偏差值(RO)大於 10 作為初步分析，表 1 為 UK 和 MOS 計算 2011 到 2016 年的結果，UK 資料的 2013 年 4 月 15 日 5 時的石碑站偏差值為-11,494，經由人工檢定並參考其時間序列資料，圖 13，判斷其為合理值，原因在於當時日夜溫差大的天氣導致估計值高估，UK 和 MOS 資料的 2014 年 3 月 28 日至 3 月 29 日的玉蘭站有多筆高偏差值，查詢其時間序列資料，圖 14，發現觀測資料明顯有錯誤，確認兩種方法有檢定觀測資料有錯誤，UK 資料的 2014 年 10 月 12 日 20 時的竹子湖站偏差值為 10.035，經由人工檢定並參考其時間序列資料，圖 15，判斷其為合理值，原因在於當時受到東北風及颱風外圍環流影響，北部及東半部有局部短暫雨發生，導致氣溫低估，MOS 資料的 2015 年 9 月 28 日 20 時的鹿野站偏差值為 10.391，經由人工檢定並參考其時間序列資料，圖 16，判斷其為合理值，原因在於當時受到杜鵑颱風影響，台東地區傍晚因颱風環流過山沉降而有焚風發生，導致氣溫低估，從迴歸離群的分析中可以發現，天氣系統會影響估計值的品質，但是兩種方法無法完全得到較一致的結果，將各測站的各時間資料與觀測值結合得到格別的相關係數，再將相關係數區分為 12 個群組，分組相關訊息如表 2 所示，將各組資料和數量轉化為箱型圖和長條圖，圖 17、18 和 19 分別為 UK

方法、MOS 方法和 DA 方法的資料分析結果，從圖可發現到空間統計資料和 NWP 後處理資料兩種類型的結果不相同，UK 方法的較高的偏差值主要分布在高相關係數(G1~G3)的估計資料中，MOS 和 DA 的高偏差值大約分布在 G3 之後的群組或是說比較沒有非常突兀的高離群值，因此透過單一考量 UK 高偏差值作為診斷的目標時，會出現集中在某些估計較好的測站上，而且前半部分討論 12 個特定測站則不容易被診斷出來。估計資料的品質會隨季節與日夜變化影響，使得利用簡易的篩選方法不易診斷較為特殊的情況。

五、結論

透過一系列的分析，UK 方法在大部分測站比較能得到較佳的估計值，整體的估計值顯示在冬季的白天較好，夏季的夜晚較差，但是在研究中找到 12 個站受到地理條件影響，使得 MOS 和 DA 方法的估計值比 UK 方法較好，而且一些測站呈現非夏季期間，夜晚的結果比較佳，彌補了 UK 估計方法的缺點。在研究中，使用三種方法作為 NWP 資料後處理，經結果分析得到 MOS 方法較佳，其次為 DA 方法，較差為 INI 方法，原因在於 INI 方法的估計值從整體資料來看會有日夜和季節變化問題，從三貂角站和廬山站來看則有明顯的地理位置影響問題，使得估計值在不同時間和地點存在較難掌握的誤差。一部分研究顯示 MOS 和 DA 方法在某些情形表現相當，由於 MOS 方法的資料成本花費比 DA 方法多，如果兩者的估計資料品質相當的話，DA 方法確實比 MOS 方法好。

初步應用迴歸離群方法將估計值與觀測值結合分析，得知高偏差值挑能選出觀測資料錯誤和天氣系統造成的影響等事件，也得知在局部的天氣變化發生時，估計方法較難準確掌握快速的變化趨勢，導致數值高估或低估的結果發生。

六、參考文獻

陳怡儒、洪景山和李志昕，2014：應用 decaying average 方法於修正模式系統性偏差 13 之研究。103 年天氣分析與預報研討會論文摘要彙編，交通部中央氣象局，A2-44。

陳雲蘭、薛宏宇、呂致穎、陳品妤、詹智雄和沈里音，2015：「臺灣長期氣候資料整集分析」計畫研究(1)——自動氣象站氣溫觀測值合理性檢測方法探討及分析。104 年天氣分析與預報研討會論文摘要彙編，交通部中央氣象局，A1-23。

薛宏宇、詹智雄、陳雲蘭、馮智勇和劉家豪，2015：「臺灣長期氣候資料整集分析」計畫研究(4)——探討 NWP 資料對檢測氣溫觀測合理性的可應用性。104 年天氣分析與預報研討會論文摘要彙編，交通部中央氣象局，A1-26。

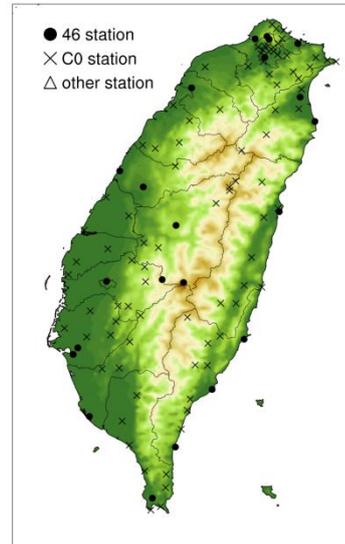


圖 1 本研究中作為分析的觀測站分布圖，其中黑點為氣象站，叉號為自動站

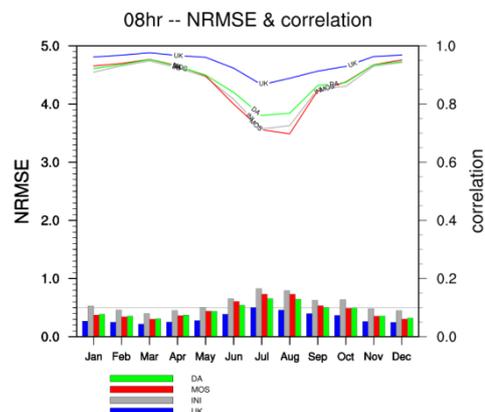


圖 2 全台 110 站在 08 時的全年變化結果

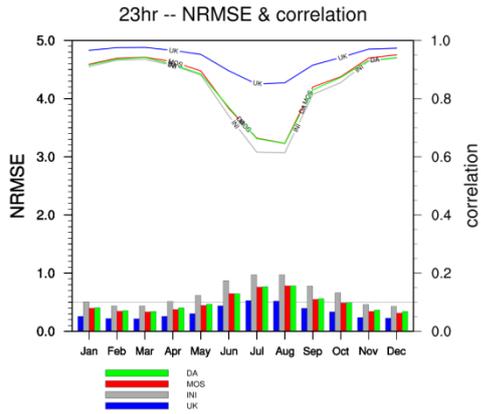


圖 3 全台 110 站在 23 時的全年變化結果

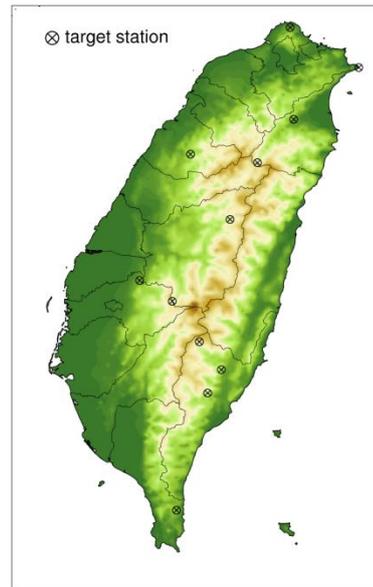


圖 6 特定測站清單分布圖

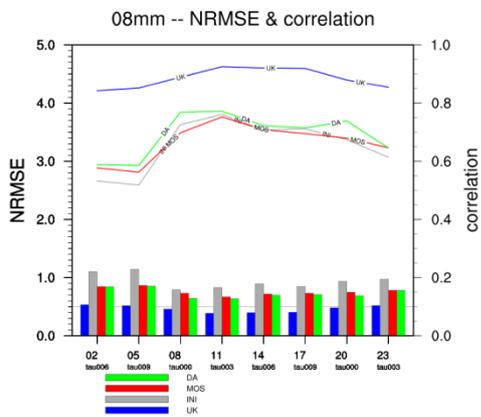


圖 4 全台 110 站在八月的日變化結果

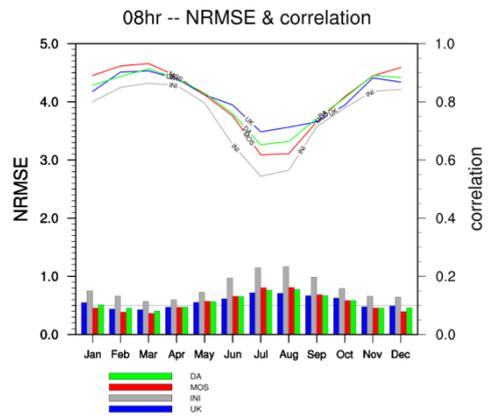


圖 7 特定測站清單在 08 時的全年變化結果

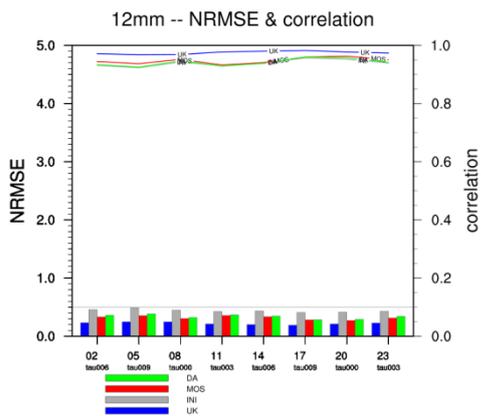


圖 5 全台 110 站在十二月的日變化結果

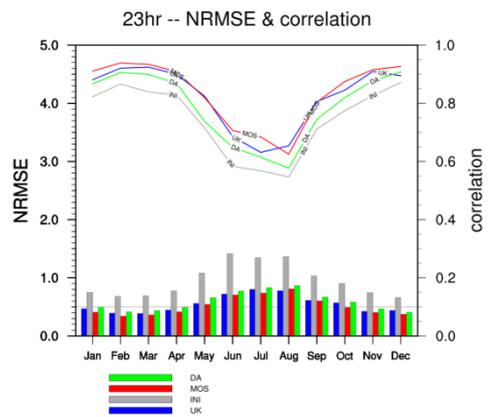


圖 8 特定測站清單在 23 時的全年變化結果

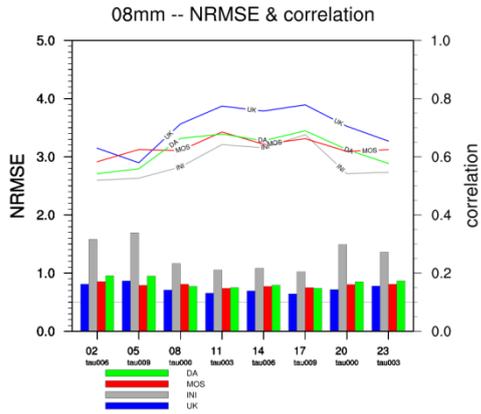


圖 9 特定測站清單在八月的日變化結果

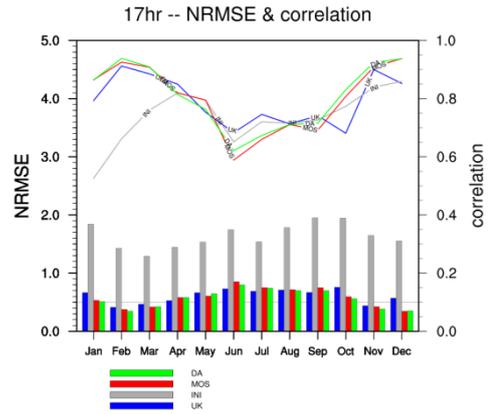


圖 12 廬山站在 17 時的全年變化結果

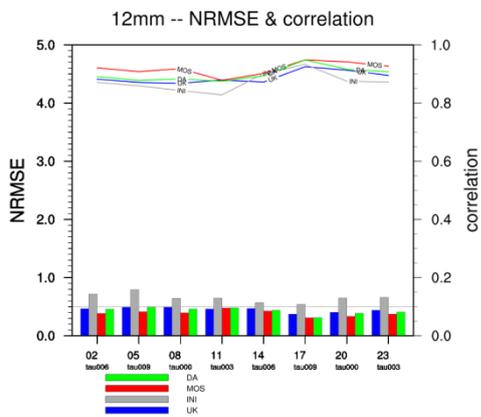


圖 10 特定測站清單在十二月的日變化結果

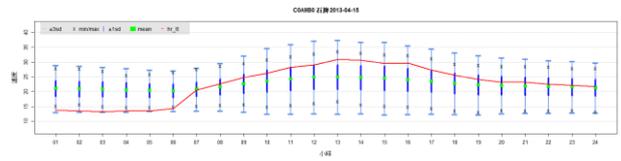


圖 13 20130415 C0A9B0 石碑站時間序列圖

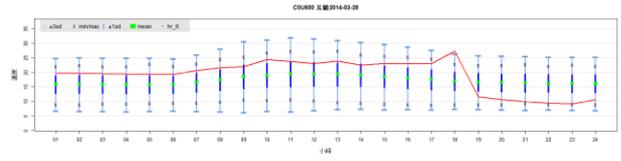


圖 14 20140328~0329 C0U650 玉蘭站時間序列圖

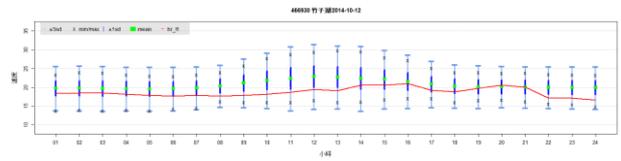
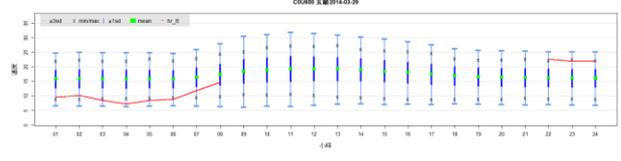


圖 15 20141012 466930 竹子湖站時間序列圖

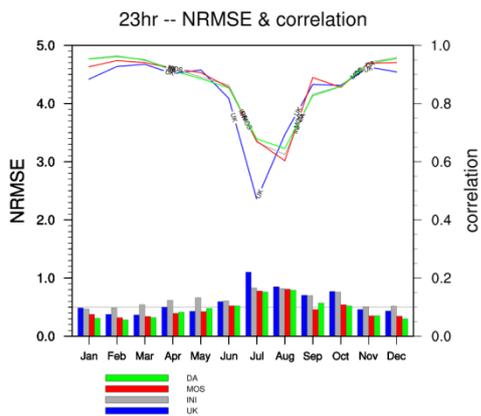


圖 11 三貂角站在 23 時的全年變化結果

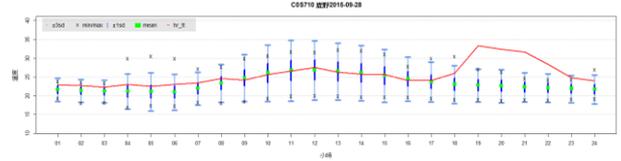


圖 16 20150928 C0S710 鹿野站時間序列圖

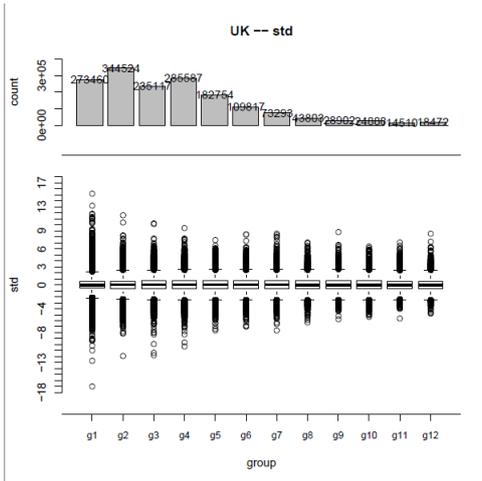


圖 17 UK 方法的離群值數量圖和箱型圖

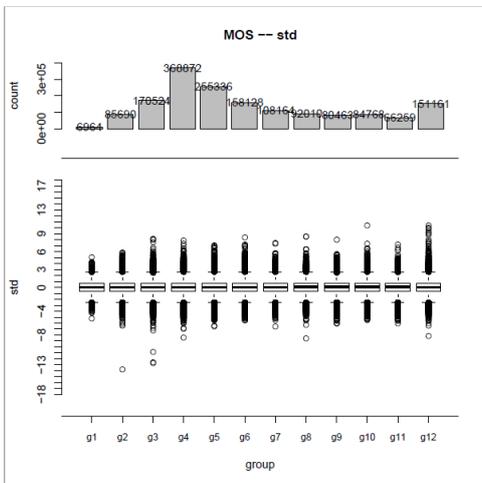


圖 18 MOS 方法的離群值數量圖和箱型圖

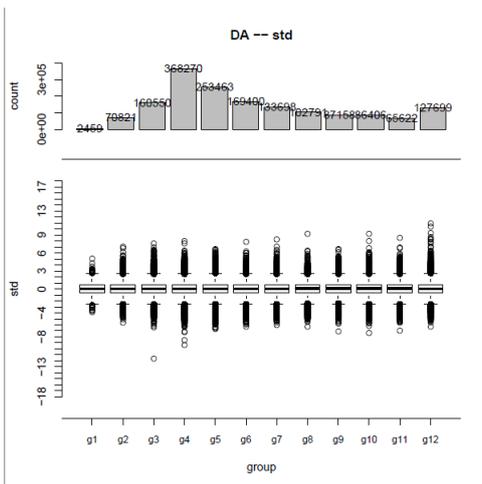


圖 19 DA 方法的離群值數量圖和箱型圖

表 1 UK 和 MOS 的高離群值(RO > 10)資料表

種類	時間 站碼	觀測值	估計值	離群值	相關係數
UK	2013041505 C0A9B0	13.5	17.4	-11.494	0.991
UK	2014032820 C0U650	10.6	20.0	-11.698	0.968
UK	2014032823 C0U650	9.2	19.8	-11.006	0.952
UK	2014101220 466930	20.6	17.3	10.035	0.986
MOS	2014032820 C0U650	10.6	20.9	-13.756	0.960
MOS	2014032823 C0U650	9.2	20.5	-12.587	0.944
MOS	2014032902 C0U650	10.2	19.2	-10.891	0.957
MOS	2014032905 C0U650	8.4	19.4	12.735	0.943
MOS	2015092820 C0S710	32.4	22.9	10.391	0.664

表 2 12 個群組分組設定值

G1	G2	G3	G4
1~0.98	0.98~0.96	0.96~0.94	0.94~0.9

G5	G6	G7	G8
0.9~0.86	0.86~0.82	0.82~0.78	0.78~0.74
G9	G10	G11	G12
0.74~0.7	0.7~0.65	0.65~0.6	0~0.6