

利用地基雙偏極化地面輻射計估算降水強度—資料品管

葉南慶¹ 汪建良² 陳萬金³

¹國防大學理工學院國防科學研究所

²國防大學理工學院環境資訊及工程學系

³大華技術學院電子工程學系

摘要

雙偏極化地面輻射計為一被動接收大氣輻射之儀器，利用所測量之偏極化訊號可區隔大氣中之雲及雨。與衛星資料和雷達資料相較起來，雙偏極化地面輻射計比衛星資料擁有更高的時間解析度，也不像雷達訊號會被取樣空間內最大體積的水滴所控制。本研究使用的雙偏極化地面輻射計分別包含 18.7 GHz 與 36.5 GHz 的垂直及水平極化頻道等二個頻率四個頻道，第一個及第二個頻道為位於水氣吸收線的 18.7GHz，第三個及第四個為 36.5GHz 的窗區頻道，本研究目的為利用雙偏極化地面輻射計估算大氣中液態水含量及降水強度。水氣含量及液態水含量是利用 18.7GHz、36.5GHz 雙頻道透射率差異所求取，而降雨強度是利用雙偏極化微波輻射計 TB 與雨量計降水強度做定量相關性分析，利用兩者間之迴歸方程式求得。初步分析顯示大氣中水氣含量與液態水含量隨著高度呈指數下降，從連續二十四小時觀測亮度溫度和垂直極化與水平極化的差值來分析，降雨時，亮度溫度隨即升高，極化差值(垂直極化減水平極化)下降。當風向吹北北西風(觀測方位角)且風速約略為 2-3 m/s 以上時，有利於落下水滴沾附於感應器表面而影響水滴發射或輻射散射實際狀況，進而出現了錯誤訊號。另外，由於雲雨區位於雙偏極化地面輻射計所觀測範圍，但卻不在雙偏極化地面輻射計的上空，也會造成 36.5(18.7)GHz 頻道的亮度溫度超過 200°K(100°K)卻沒有降雨的情況。

關鍵字：透射率，降雨率，偏極化

一、前言

降雨時間的長短、空間的分布及雨量的多寡，一直與人類的生活密不可分，也和全球能量的傳送、大氣的循環及氣候變遷等息息相關，而傳統的氣象觀測站所提供的降雨資訊，不論在時間上或是空間上已無法滿足氣象作業或民生的需求，王與劉(1998)曾指出多頻道衛星微波輻射資料反演海上降雨強度，為遙測技術估算降雨強度的主流之一。其原因主要為微波具有不受雲層影響的特

性，相較於紅外線及可見光，具有估算降水的優勢。

2000 年代初期，開始有學者利用多頻道的地基微波輻射計估算降水，例如 Liu et al. (2001)及 Marzano et al. (2002)；2000 年代中後期，Westwater et al. (2004)及 Rose et al. (2005)持續利用雙頻道估算液態水含量，以及 Löhnert et al. (2008, 2009)使用多頻道的地基微波輻射計反演水氣與溫度的剖面。Battaglia et al. (2010)則是利用貝式反演法(Bayesian

retrieval scheme)在下雨情況下，使用偏極化多頻道微波輻射計，同時反演出觀測路徑上的水氣、降雨及液態水含量等參數，並利用裝載於地基微波輻射計且與被動微波接收感測器有相同仰角的微降雨雷達(micro rain radar)進行驗證。由上所述可知，地基被動微波輻射計的功能已由早期估算液態水含量、水氣含量、溫度進展為使用偏極化、多頻道估算降雨。

微波估算降雨又分為統計法與物理法，不論統計法或是物理法所估算的降雨，經常與地面實際觀測的降雨強度比較，再以其比較結果來評估此演算法估算降雨強度的精確度，而目前觀測地面降雨強度的儀器大致分有二種，第一為兩滴譜儀，又區分為二維光學式兩滴譜儀(2d-video distrometer: 2DVD)和撞擊式兩滴譜儀(Joss-Waldvogel disdrometer: JWD)，不論 2DVD 或 JWD 皆是利用電子儀器觀測兩滴粒徑大小、形狀或是降落速度，進而利用數學關係式估算降雨強度，為一間接得到降雨強度的方法，第二種方法為傳統的傾斗式雨量筒，必須當傾斗裝滿了雨水才會記錄降雨的強度，雖然有雨量小於傾斗的容積或是長時間小雨使傾斗內雨水易蒸發的缺點，但是為一直接的量測降雨強度的方法。

地面微波輻射計所量測向下的輻射強度，只含有少量的不同質因子(inhomogeneity)，大部分的輻射訊號皆由大氣中的液態粒子所提供，高空冰晶散射訊號也不包含在地基微波輻射計所量測輻射強度(Liu et al. 2001)。所以地面微波輻射計比衛星微波資料更適合探討微波亮度溫度與地面降雨強度間的關係，但在探討亮度溫度與降雨強度的相關研究前，為確保使用資料的正確性及可靠性，資料的品質管理為相關研究進行前重要且必要的過程之一。本研究的目的為探討地基雙偏極化地面輻射計容易出現錯誤訊號的大氣

環境。包含輻射計亮度溫度於降雨時未升高，以及未降雨時，亮度溫度卻升高等兩種於理論相左之情形。

二、資料收集及處理

本文所使用的資料包含地基雙偏極化地面輻射計觀測資料，包含垂直偏極化亮度溫度、水平偏極化亮度溫度、雲中液態水含量等、中央大學撞擊式兩滴譜儀所計算之降雨強度、本校傾斗式雨量筒資料、風向、風速等氣象自動觀測系統觀測之氣象參數。

2.1 地基雙偏極化地面輻射計觀測資料

地基雙偏極化地面輻射計安裝於北緯 24 度 52 分 35 秒，東經 121 度 16 分 7 秒，經過 1~2 個月的安裝及測試，自 2009 年 5 月份起所收集之觀測資料較為穩定且完整，儀器所能觀測的仰角範圍由 -90° 至 $+90^{\circ}$ ，方位角由 0° 至 360° ，資料的時間解析度為 1 筆/秒，地基雙偏極化地面輻射計的二個微波波段分別為 18.7 與 36.5GHz，均包含垂直與水平線性極化頻道，外觀如圖 1，其所觀測值為四個頻道的亮度溫度、環境氣壓及雲中液態水含量等物理量。輻射計規格如表 1。儀器會進行例行性的校正，包含 Dicke 開關校正、以液態氮為冷背景的校正及天空輻射校正(sky tipping)，資料品質可信度高。

2.2 雨量資料

本研究所使用的雨量資料來源有二：中央大學的兩滴譜儀及國防大學理工學院的雨量計。兩滴譜儀位於北緯 24 度 58 分 2.5 秒，東經 121 度 11 分 8.41 秒，其時間解析度為每分鐘 1 筆，最小量測單位為 0.0003mmhr^{-1} 。林與陳(2007)指出在不同的季節，兩滴譜參數的分布有不同的特徵，意即在不同的降雨個案下，估算降雨強度的數學關係式之係數需稍作調整，以求得較符合實際的降雨強度。雨量計裝設地點距輻射計約 16 公尺，其資料

時間解析度為每分鐘 1 筆，測量的最小單位為 0.5mmhr^{-1} ，傾斗式雨量計有觀測較為穩定的優點。

2.3 風向、風速資料

本研究風的資料為設置於國防大學理工學院的氣象自動觀測系統所提供，其資料時間解析度為每分鐘 1 筆。風速部分採用每分鐘的平均值，單位為 ms^{-1} 。而風向部分則利用該分鐘內出現十六方位中各風向的比率，十六方位的比率加總為 1(100%)。例如某一分鐘內出現西北風的時間為 40 秒，出現北風的時間為 20 秒，則西北風向就等於 $0.67(67\%)$ ，北風風向則等於 $0.33(33\%)$ 。

三、理論基礎及研究方法

不論是衛星上的被動式微波遙測或是本研究所使用的輻射計，其理論基礎皆為輻射傳送方程式，也就是輻射能守恆方程，只是觀測的背景不同。而輻射傳送的過程包含發射(emission)、吸收(absorption)及散射(scattering)，而輻射計之所以可用來偵測降雨，主要是因為兩滴放射率(約 0.9)遠高於晴空大氣分子的放射率。所以當下雨時，因為兩滴對微波的吸收及再放射(Re-Emission)效應使其亮度溫度隨著降雨率(RR)的增強而增加，且兩者之間的變化似乎呈線性的關係。但是在兩滴粒徑較大時，因大粒徑兩滴及冰晶產生的散射效應，反而使亮度溫度變化隨著 RR 的增強而有飽和(saturation)後降低的現象。由於飽和點後亮度溫度對大雨 RR 的線性反應並不靈敏，所以使用被動微波遙測技術估測降雨率的方法，是利用各頻道達到飽和點前，同時，微波頻道其垂直與水平極化差(Difference of Polarization)的絕對值會伴隨著降雨強度增加而增大，這是因為兩滴下降的過程因受到重力及摩擦力影響，我們假設水滴在空中呈現扁橢圓形，所以當觀測空間中存在水滴時，垂直與水平極化差(PD \equiv

$T_B^V - T_B^H$)就會呈現負值，利用下雨易造成亮度溫度的增高以及亮度溫度極化差的降低，可清楚地監測大氣中液態水的存在與否。

本研究為了探討地基雙偏極化地面輻射計出現錯誤訊號時的大氣環境，我們利用輻射計連續 24 小時觀測 TB 和垂直極化與水平極化的差值分析，當降雨時，TB 是否如理論所述隨降雨量增加而升高，極化差值(Polarization Difference, PD)則隨之減小，並試著找出與理論不符之個案進一步探討觀測值異常變化其原因。

本研究探討液態水含量在大氣垂直方向的變化。首先固定輻射計的方位角，變化仰角，仰角從 3° 開始，每次增加 3° ，直到 30° 為止，因此共有 10 個觀測角度，每個觀測角採取 5 個樣本，因此共有 50 個樣本；每個樣本觀測時間約為 1~2 秒，加上微波輻射計轉換仰角所花費之時間，總觀測時間約 3 分鐘，假設此 3 分鐘內大氣液態水含量並沒有明顯改變。

四、結果分析與討論

由於微波輻射計對水滴相當敏感，所以若感測器表面附著水滴時將會影響輻射觀測值，為了確保資料的正確性，進行降雨觀測時必須先行清除感測器表面的水滴。Crewell et al. (2001)利用活動遮板連接降雨感測器避免兩滴淋濕感測器。Liu et al. (2001)亦將輻射計安裝於走廊，並在輻射計後方放置一個大型電風扇朝外吹，降低兩滴沾附於感測器的可能性。Marzano et al. (2005)則是在天線旁建造一個防水罩以避免兩滴影響。以上各個方法都是防止水滴沾附於感測器表面進而影響資料的品質。

以 2010 年 5 月 6 日連續觀測為例，圖 2(a)為雨量計觀測之降雨強度，單位為 mmhr^{-1} ，圖 2(b)分別為 36.5GHz(綠線) PD(垂直極化 TB 減水平極化 TB 之差值)與 18.7

GHz(紅線)PD, 單位為 $^{\circ}\text{K}$, 圖 2(c)為氣象自動觀測系統觀測之風向及風速, 藍線為每單位時間內(1 分鐘), 風向吹北北西風所佔的時間比例, 紅線為風速, 圖 2(a)-(c)的橫座標皆為時間序列, 自 0800L 至 2000L。下述為去除不合理訊號的案例分析: 圖 2(a)顯示自 1250L 開始下雨, 至 1540L 左右兩停; 圖 2(b)為兩個頻率的 PD 值, 0800L 起兩頻率的 PD 皆在零值上下約 0.5°K 範圍內來回振盪 ($0\pm 0.5^{\circ}\text{K}$), 而在降雨(1250L)前數十分鐘, 兩頻率的 PD 開始有較大振盪的紀錄(約 $\pm 2^{\circ}\text{K}$), 當開始降雨時, 降雨強度迅速增加至 10mmhr^{-1} , 18.7 GHz 的 PD 達到 -5°K 左右。此外, 1330L 起降雨強度約 10mmhr^{-1} , 但兩頻率的 PD 卻落在 $+3^{\circ}\text{K}\sim +6^{\circ}\text{K}$ 之間, 即使 1510L 時已經沒有降雨, 兩頻率的 PD 依然維持在異常的 $+3^{\circ}\text{K}\sim +6^{\circ}\text{K}$ 之間。本研究在觀測中, 當發現有如此不合理的現象時, 即前往確認輻射計是否有正常運作, 最後發現主要原因為感測器表面及防水罩內受水滴污染所致, 經擦拭水滴後兩頻率的 PD 立即回復至合理值範圍內。

研究中幾次類似情況的經驗後發現, 並非每次的降雨皆會使水滴附著於感測器表面或是防水罩內側而影響其觀測數值, 感測器附著水滴與否跟降雨強度的大小也沒有直接的關係。為了探討其兩滴附著感測器的原因, 進一步利用距離輻射計約 16 公尺的自動氣象觀測站所觀測的風向及風速的時間序列進行分析。圖 2(c)顯示自 0800L 至 1100L, 大部分時間為靜風或是風速在 1ms^{-1} 以下, 也只有在 1000L 左右有短暫吹北北西風, 但從 1130L 開始, 風速都在 $2\sim 3\text{ms}^{-1}$, 且北北西風的比例也明顯增加, 在 1330L 左右, 除了風向持續有北北西風外, 風速更是高達 4ms^{-1} 以上。研判當降雨時(1300L), 又有較強的風力($2\sim 4\text{ms}^{-1}$), 再配合風的來向正對輻射計觀測方位角(341.5° , 北北西方), 兩滴就容易被

風吹進感測器表面及防水罩的內側附著, 進而影響了觀測的數據。

除上述感測器受兩滴影響之問題外, 尚須考量感測器觀測視場均勻性的問題, 去除局部降雨的視場觀測資料, 例如雨區位於輻射計觀測範圍, 但卻不在雨量計上方, 則會造成 TB 異常增加但卻無雨的現象。本研究使用之輻射計與兩滴譜儀相距約為 13 公里, 所以如果有區域局部性降雨介於輻射計與兩滴譜儀之間, 則會有上述所提的不合理現象發生。以下以 2009 年 5 月 26 日連續觀測的各式氣象參數為例說明。圖 3(a)為兩滴譜儀的降雨強度, 圖 3(b)為輻射計兩頻率仰角 10° 之 TB, 圖 3(c)為 36.5GHz 的 PD, 圖 3(d)為 18.7GHz 的 PD。圖 3(a)顯示, 在 0000L-1200L 並沒有降水紀錄, 但從圖 3(b)-(c)可看到兩頻率的 TB 自 0000L-0800L 約略為 150°K 與 170°K , PD 皆在零值上下振盪 ($0\pm 0.5^{\circ}\text{K}$), 但自 0800L 至 0830L, 兩頻率的 TB 分別遽增至 200°K 及與 250°K , 且 PD 也產生明顯變化, 0900L 之後直到 1200L 兩頻率的 TB 與 PD 又回到原本 0800L 前的數值, 顯示 0800L-0830L 應有區域性降雨發生於輻射計觀測視場內, 但不在兩滴譜儀上空。

為了求證以上的現象, 我們以 2009 年 5 月 26 日的上午的雷達回波圖(圖 4)進行檢驗, 圖 4 中星形為輻射計位置, 紅色虛線為其觀測視場示意圖, 圓形為兩滴譜儀位置。圖 4(a)顯示從 0730L 時在桃園地區並無任何降雨回波, 圖 4(b)顯示 0800L 的雷達回波圖在輻射計的西方有一小區域的降水回波存在, 圖 4(c) 0830L 的雷達回波圖顯示原位於輻射計西方的小區域降水回波, 有繼續朝東北西南向發展, 其強度約為 $30\sim 35\text{dBz}$, 且回波位置剛好位於輻射計與兩滴譜儀之間, 直至 0900L(圖 4(d))降水回波才逐漸消散。由圖 4(a)-(d)可清楚地解釋圖 3 中不合理現象的過程。為了建立 TB 與降雨強度合理的迴歸式,

此類無法匹配的資料將予以刪除。

探討液態水含量在大氣垂直方向的變化部分, 其觀測結果如圖 5 所示。圖中實線為總液態水含量, 包含雨水含量及雲水含量, 虛線為 36.5GHz 的 TB, 橫坐標為仰角。圖 5 顯示, 當低仰角時, 觀測視場的比例以低層大氣為主, 總液態水含量較高, TB 也較高; 反之, 當仰角逐漸升高, 即觀測視場的比例逐漸以高層大氣為主, 總液態水含量就逐漸減低, TB 也逐漸減小; 由各仰角觀測點的分布可知, 大氣的液態水含量隨垂直高度增加而呈指數衰減。

低觀測仰角的優點為偏極化訊號較明顯及低層大氣佔整個觀測視場的比例較高, 缺點為因近地面的地物及地形複雜而產生較多雜訊。另外圖 5 亦顯示低層的總液態水含量大於高層, 所以低仰角觀測會比高仰角觀測更容易飽和。高觀測仰角的優點為較少受地形地物的影響, 雜訊較少; 缺點為偏極化訊號較不明顯、感應器表面易附著水滴而影響觀測及低層大氣所佔觀測視場比例太小, 即訊號大都來自高空, 導致與地面降雨的相關性較差。

五、結論

本研究舉出二種可能造成建立迴歸式錯誤訊號的可能性, 分別為(1)當風向為北北西風, 即正對觀測方位角方向且風速達 2ms^{-1} 以上時, 將會有水滴沾附於感應器表面的現象, (2)當觀測視場內為不均勻降雨, 換句話說, 觀測的雲雨區並未將降雨入雨量筒中。

從連續觀測 TB 和 PD 分析, 當觀測視場內無水滴時, 兩頻率的 TB 會保持某一定值, PD 值則維持於零附近振盪, 而當觀測視場內有降雨時, TB 隨即升高, PD 下降或是離開零值呈現上下振盪。從圖 5 以同方位角, 不同仰角的觀測解讀大氣中總液態水含量於垂直方向的變化, 說明了大氣以成層的假設

下, 總液態水含量是隨著垂直高度呈指數遞減。

未來研究將持續收集輻射計的觀測資料, 使資料庫更加完整, 並刪除本研究提出可能造成錯誤訊號的資料後, 再利用兩頻道的 TB 擬合降雨迴歸式, 此迴歸式即可估算較大降雨強度, 進而可應用於防災作業。另外, 因為兩滴附著於感測器表面會造成較大誤差, 雖以人工至輻射計旁或是利用影像監視器觀察水滴附著情況, 為確保資料的正確性及可用性, 只好將受水滴污染的資料去除, 但同時也將寶貴的降雨資料刪除。未來可以嘗試建置一個高透射率材質的防水罩, 在不影響觀測資料的正確性前提下, 完全的防止水滴污染資料, 讓降雨時的寶貴資料不會受的 PD 可以提升降雨迴歸式的精確度。

六、參考文獻

- 王光華、劉振榮, 1998: 應用微波資料估計臺灣附近地區降雨之研究, 航測及遙測學刊, 第三卷, 第三期, 39-66 頁。
- 林位總、陳台琦, 2007: 利用二維兩滴譜儀研究兩滴譜特性, 大氣科學, 第 35 期, 第 1 號, 69-86 頁。
- Battaglia, A., P. Saavedra, T. Rose, and C. Simmer, 2010: Characterization of Precipitating Clouds by Ground-Based Measurements with the Triple-Frequency Polarized Microwave Radiometer ADMIRARI. *J. Appl. Meteor.*, 49, 394-414.
- Crewell, S., H. Czekała, U. Löhnert, C. Simmer, T. Rose, and R. Zimmermann, 2001: Microwave Radiometer for Cloud Cartography: A 22-channel ground-based microwave radiometer for atmospheric research. *Radio Sci.*, 36, 621-638.
- Liu G.-R., C.-C. Liu, and T.-H. Kuo, 2001:

Rainfall intensity estimation by ground-based dual-frequency microwave radiometers. *J. Appl. Meteor.*, 40, 1035–1041.

Löhnert, U., D. D. Turner, and S. Crewell, 2009: Ground-based temperature and humidity profiling using spectral infrared and microwave observations. Part I: Simulated retrieval performance in clear-sky conditions. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 48, 1017–1032.

Löhnert, U., S. Crewell, O. Krasnov, E. O'Connor, and H. Russchenberg, 2008: Advances in continuously profiling the thermodynamic state of the boundary layer: Integration of measurements and methods. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 25, 1251–1266.

Marzano, F. S., E. Fionda, P. Ciotti, and A. Martellucci, 2002: Ground-based multi-frequency microwave radiometry for rainfall remote sensing. *Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 40, 742–759.

Marzano, F. S., D. Cimini, and R. Ware, 2005: Monitoring of rainfall by ground-based passive microwave systems: Models, measurements and applications. *Adv. Geosci.*, 2, 259–265.

Rose, T., S. Crewell, U. Löhnert, and C. Simmer, 2005: A network suitable microwave radiometer for operational monitoring of the cloudy atmosphere. *Atmos. Res.*, 75, 183–200.

Westwater, E. R., S. Crewell, and C. Metzler, 2004: A review of surface-based microwave and millimeter-wave radiometric remote sensing of the troposphere. *Radio Sci. Bull.*, 310, 59–80.

七、附表

表 1 地基雙偏極化輻射計規格

參數	說明
系統雜訊溫度	< 500K
輻射解析 (radiometric resolution)	均方根為0.2(設定為1.0秒時)
頻道頻寬	400 MHz
系統絕對穩定度	1.0 °K
測量範圍	0-350 °K
絕對校正	內部Dicke開關及外部冷目標(液態氮)
接收器和天線的熱穩定	準確度 < 0.05°K
亮度溫度的計算	普朗克輻射傳遞定律
積分(測量)時間	≥ 1 秒
資料介面及傳輸速度	RS-232接頭、9.5 kByte/秒
內部管理 (housekeeping)	記錄所有系統各項參數
波束一半能量位置 (HPBW)	10.25°
旁瓣位準 (Sidelobe level)	< -30 dBc
標點移動	仰角：3°/秒、方位角：5°/秒
儀器作業溫度	-30°C ~ +45°C
消耗功率	平均小於350瓦特，最大500瓦特
輸入電壓	90至230伏特，50至60赫茲
重量	接收模組105公斤，基底300公斤

八、附圖



圖 1 地基雙偏極化地面輻射計外觀。

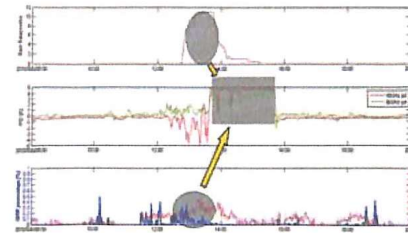


圖 2 2010 年 05 月 06 日各氣象參數時間序列圖。(a)：傾斗式雨量計觀測之的降雨強度，(b)：輻射計觀測以 30°觀測之 TB，(c)：自動氣象觀測站觀測之風向(北北西風比例，%，藍線)、風速(m s⁻¹，紅線)。

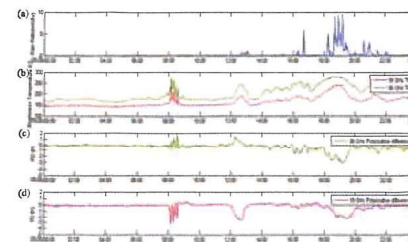


圖 3 2009 年 05 月 26 日各氣象參數時間序列圖。(a)：雨滴譜儀觀測之的降雨強度，(b)：輻射計觀測兩頻率以仰角 10°觀測之 TB[$TB=1/2(T_B^V+T_B^H)$]，(c)：36.5 GHz 以仰角 10°觀測的 PD 值[$(PD \equiv T_B^V - T_B^H)$]，(d)：同(c)，頻率為 18.7 GHz。

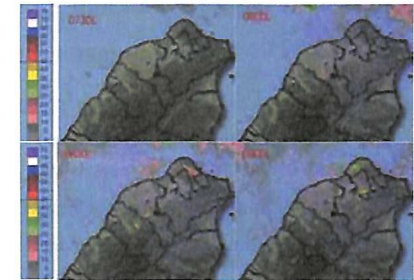


圖 4 2009 年 5 月 26 日(a) 0730L，(b) 0800 L，(c) 0830L，(d) 0900 L 雷達回波圖(from cwb)，★：輻射計位置，●：雨滴譜儀位置，虛線為輻射計觀測視場示意圖。

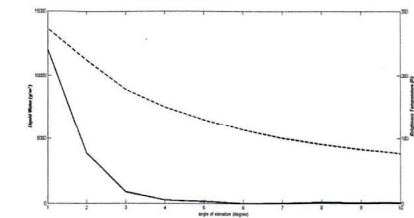


圖 5 輻射計以不同仰角(3°-30°)觀測大氣的液態水含量(實線)及亮度溫度(虛線)，橫坐標為仰角角度。

Estimation of Liquid Water and Precipitation by Ground-Based Dual Polarized Radiometer—Data Quality Control

Nan-Ching Yeh¹, Jian-Liang Wang² AND Wann-Jin Chen³

¹School of defense science, Chung Cheng Insti. of Tech., National Defense Uni.

²Dept. of Environmental Information and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense Univ.

³Dept. of Electronic Engineering, Ta Hwa Institute of Technology

ABSTRACT

Measurements confirm the importance of polarization signals for separating the rain from the cloud component. Comparing with the satellite, the Ground-Based radiometer has higher temporal resolution. Its signal has no such weakness as the radar reflectivity which is always dominated by the largest drops in the sampling volume. The ground-based radiometer used has four channels measuring horizontal and vertical polarizations at 18.7 and 36.5 GHz, respectively. The first and second channels (18.7 GHz) are close to the absorption line of water vapor and the third and fourth are in window channel. The aim of this study is to estimate water vapor, liquid water and rainfall rate by the ground-based radiometer. The liquid water is computed by the difference of transmissivity between 18.7 and 36.5 GHz. Rainfall rate is estimated from the correlation between TB observed by ground-based radiometer and rainfall rate by rain gauge.

The preliminary analysis shows that the atmospheric water vapor and liquid water contents exponentially decay with height. From the qualitative perspective, the continuous monitoring of 24 hours for brightness temperature and vertical–horizontal polarization differences shows that the brightness temperatures increase and the polarization differences decrease with rain rates (gray intervals). The wrong signals, which are mainly caused by absorption losses, appear when the wind direction is north- northwest (towards the sensor) with wind speed around 3 ms-1 in favor of the wet of antenna by the falling of raindrops. The 36.5 (18.7) GHz channel brightness temperature may exceed 200K (100K) owing to the rainy cloud locating in the vicinity of the radiometer even though there is no rain overhead.

Keywords : Transmissivity, Rainfall Rate, Polarization