

芬蘭上空之放射能輻射探測報告 樊滌兮(譯)

Soundings up to the Height of 30KM with Radioactivity Radiosonde

During the IQSY 1964-65 At the Observatory of Jokioinen

當1964—65年之「國際靜止太陽年」(The International Quiet Sun Year)過程，芬蘭傑克遜(Jokioinen Lat. 60° 49'N, Long. 23° 30'E)觀測站曾以雷達型之 Geiger-Müller 探測器完成一連串探空觀測。

此式探測器主為探測伽瑪型輻射，並紀錄大氣中不同高度之宇宙射線強度。如有人造的放射能輻射出現於大氣，此探測器亦可紀錄其伽瑪成分。由之，此種方式亦成為檢驗人造的放射性輻射的方法之一。然而，由探測器測得大氣中所存在之總輻射量時，需以更廣泛的分析法去隔離此二成分——天然的和人造的。

普通當一具新式儀器開始啓用時，第一件當要工作即是設法檢核其測量的精確度。就此目的，一項管制性的刻度校準計劃在探空之開始時期即完成三十五具。擔任此刻度校準的工作人員分別由廠方指派專業技術人員及上述觀測站氣象人員各一員完成之。用於此種刻度各個體性儀器之平均差，其值係0.03mR/h，且其標準偏差為±0.096，或「表面值」(Norminal Value)1 mR/h的百分之十。在一連串探空之施放初期，很快即在不同氣壓高度層找出標準偏差，然而，有的因觀測技術，有的因工作人員之經驗匱乏，致使此種工作的成就極其複雜，而使此種試驗性探空工作為決定觀測方法本身的準確性，亦殊多不合。

因開創初期即將甚多注意力置於觀測的準確性——及人員訓練問題上，故顯然早自一九六四年初期的正常探空準確性，自較其後一連串試驗性探空為更佳。且整個正常探空工作期，此準確性問題始終被保持着做不斷的檢查。

從傑克遜施放，並由遠在百公里外的維斯拉廠(Vaisala factory)紀錄從放射性探空儀所發出之部份訊號，和從以同型發射機在不同的地面觀測站所獲紀錄之比較，亦無疑為檢查觀測系統準確性的一種方法。全部共十一處此種觀測站，其所達最大高度為50mb層，時間為一九六五年。於傑克遜至維斯拉間之輻射強度差，係以100mb—50mb而被計算，其差值為100mb層是+0.016mR/h，而50mb為+0.010mR/h。觀測偏差分別為11.1%及5.8%。從觀測平均值所得之平均標準偏差為6%

正常探空以每週舉行一次之方式所組成，一般乃行於週三，該日為國際所同意的特殊觀測日。其施放時間為1200GMT，且於一九六四——一九六五年悉配合靜止太陽期舉行。此期亦被正確採用為宇宙線輻射研究。在此時期之過程中人造放射能輻射亦為固定測量項目，當該期僅有二枚核子彈在大氣層爆炸時。

宇宙磁場，測出其輻射強度係從赤道向兩極增加。由之，在北緯60度區，其輻射強度指出較熱帶及副熱帶區為更高。宇宙線輻射亦隨太陽黑子活動之波動而改變，當黑點的現象不太顯著時，白點，或太陽耀之活動和強度即見增加。太陽黑(白)點作用之時期甚為短暫，約從數分鐘至二日不等。欲分析此種輻射之迅速變化兼攜帶儀器透過不同大氣高度層上升，厥為一十分困難的工作。藉比較儀器於上升和下降過程所獲致之觀測結果，可能獲得有關不同層次輻射突然改變的某些推斷。

宇宙線輻射部份從外太空，而另一部份則從太陽直接而來。其組成物主為質子(約占百分之八十)，其餘為阿爾法射線分子(約占百分之十九)，而其他百分之一為較重的質點。其「原始輻射」會引起大氣中氧原子和氮原子的核子反應，由之，可能觸發一次「繼起輻射」。在這種反應中可生成介子。宇宙線輻射——以及任何其他輻射——根據空氣密度等之吸收，在內心中即易獲知溫度和氣壓之改變，亦即天氣，可謂對在地面可察知之大氣內之繼起輻射生成具有某些影響。

在氣溫，空氣密度或紀錄的觀測結果間尋求其相互的作用或影響，可能會達成某些分析。為此目的以50mb高度層之溫度，同時以從雷達觀測中獲得者，被選定為一參數。然後將所有之觀測紀錄按每5°C分成許多溫度組，而不同等壓層之輻射平均值(mR/h)亦被計算列入每組中，以此所獲之平均值(參見表一)。表中顯出當溫度減低時，各50mb層之有關輻射紀錄值亦減低。當以此類推檢查表中不同等壓層之各值時，所有低於-60°C的三列溫度組，即形成一普通可謂之「低溫組」；而高於-60°C者有四列可稱為「高溫組」。其中之mR/h值顯著不同：高的輻射值彷彿出現於高溫組

mb	-70°C	-70至-65°	-65至-60°	-60至-55°	-55至-50°	-50至-45°	-45°
	n	n	n	n	n	n	n
900	14	4	18	9	16	9	15
800	18	5	15	9	19	9	18
700	22	6	22	10	25	9	21
600	30	6	38	11	33	8	29
500	56	7	54	11	60	8	62
400	96	7	110	11	97	8	99
350	121	7	148	11	136	8	136
300	178	7	188	11	189	8	186
250	234	7	256	11	236	8	253
200	331	7	343	11	342	8	349
150	439	7	454	11	458	8	465
120	512	7	530	11	529	8	542
100	575	7	584	11	587	8	596
80	611	7	636	11	631	8	636
70	654	7	657	11	628	8	655
50	657	7	670	11	649	8	676
40	659	7	677	10	657	8	679
30	659	7	673	10	653	7	682
25	648	6	657	7	627	5	676
20	611	5	632	6	600	5	678

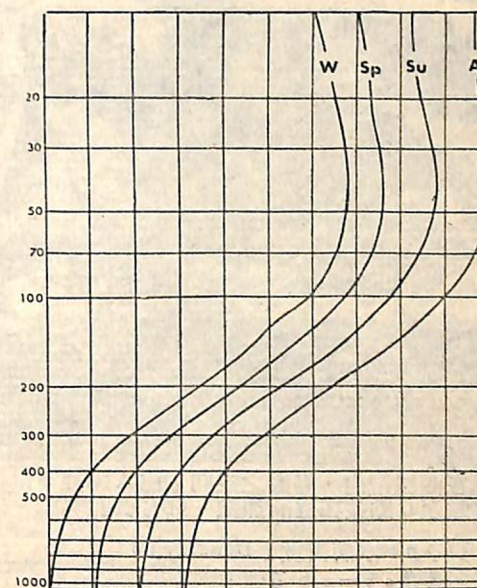
表一 根據1945—46年期在芬蘭傑克遜觀測在50mb層之溫度對輻射強度(1/1000 mR/h)之影響。(表中N代表觀測數)

。且因表示於不同等壓層之mR/h，其所獲結果指出低溫(密度大)在50mb層趨於減低mR/h值之情，不僅在該層如此，同時在各較低之高度層亦如此。

如前述，一九六四——六五年被選定為輻射觀測，而太陽活動減少，故由太陽黑子所引起之騷動甚小。所以，此類觀測被認為可說明所有各不同等壓層伽瑪輻射之正常值。然而，因探空施放次數一週僅有一次，故對不同高度層平均輻射，研究其所施之可能的季節性影響有予合理考慮之必要。關此，年中季節之分組依照盛行習慣，仍按十二月，一月及二月為「冬季」，餘類推。據此計劃每一時期共獲二十次觀測，其所獲之平均值(參見圖一)。

圖一中所表示的mR/h量乃為氣壓之函數。就相對高度言，500mb相當於5.5km，200mb相當於11km，100mb相當於16km，50mb相當於21km，而10mb相當於31km。全部觀測中約有百分之三十曾到達10mb之高度，為此理由吾人可謂此一研究調查，為垂直高度上各不同氣壓高度平均輻射狀況而呈獻一良好的說明。試查考由紀錄所製成之曲線，吾人可發現從地面層上溯至500mb層，其輻射如被探測器所測量者，

秋季(A) 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7mR/h
夏季(Su) 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7
春季(Sp) 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7
冬季(W) 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7



圖一 年中四季在不同等壓面上之放射性輻射的平均值。

係從0.01增至0.06mR/h。在此高度層以上輻射強度之增加變速。當對流層頂在350—200mb高度層出現，合理的可假設其軌跡將追隨紀錄曲線。總之

，輻射之穩定增加可直達100mb，此後之梯度即漸形變小。根據我們的觀測，最大輻射層顯示於50—40mb層。顯然，繼起輻射的出現與原始輻射的吸收，在該高度皆有一最大值。如果我們應用一般的光學吸收律，則可估計出在45km之高度其吸收量之減少將達三分之一。其次，在中對流層頂及地面亦均可獲同量輻射減少值。

在不同季節所獲之紀錄曲線，其相像程度令人甚難於一瞥之下發現有任何不一致之差別。然而，歸納春秋二季之曲線在最高值點，彼此有顯著之不同，且與標準型曲線的一般姿態亦有些不同。以一更醒目型態，可將上述曲線獲得一更較清楚的觀測。就計算某些氣壓層之平均值而獲之偏差（列如表二）。

表中分別為200mb、100mb、50mb及20mb各層之偏差值（mR/h）。最高之偏差出現於秋、春二季紀錄，而春季最大之輻射顯較秋季為小，至冬夏紀錄則未顯出任何顯著區別。此種事實顯因所施放之探空次數太少所致。對輻射有季節性影響之溫度要素，未能在本研究中得出一清楚跡向。

雖此，所得之平均值亦可為靜止太陽期而考慮其標準值之參考。所期為觀測工作可以繼續，庶幾

（上接第14頁）



圖示在西風帶內，卷雲之走向，由A點經B點C點至D點並在逐漸加強，且有噴射氣流

（上接第28頁） ρ ：水滴密度（Density）。

V ：水滴體積。 $V = \pi/6 d^3$

倘欲研究大於相當直徑1mm之雨滴的速度時， F_e 可忽略（因對於雨滴的加速度影響甚微），則方程式簡化如下：

$$\rho \nabla \dot{V} = F_w + F_a$$

上式之 ρ ， V ， F_w ，皆容易求得，而 F_a 包括有空氣對雨滴的種種阻力，到目前為止尚在探討階段，如研究不暇，預期終有實現之日，屆時對於雨

季	12,1,2	3-5	6-8	9-11
mb				
200	5	-3	-10	8
100	6	-14	-3	11
50	2	-24	2	20
20	0	-22	-6	28

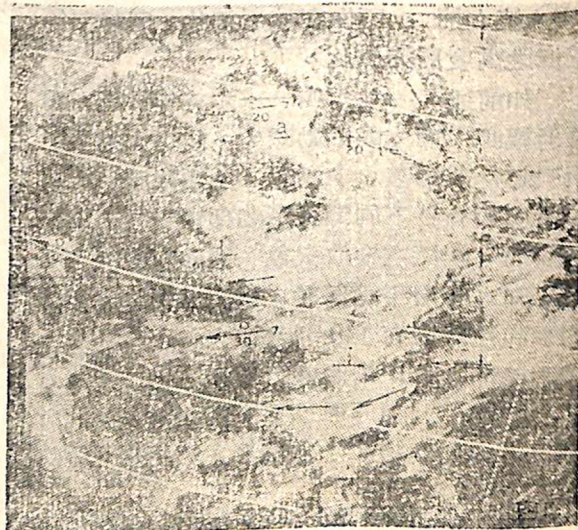
表二 從不同等壓面年平均值得季節性平均值偏差（1/1000 mR/h）

，太陽黑子對宇宙線輻射之垂直分佈影響，可能於未來的探測中證明。

雖然利用所獲觀測資料給予一對本主題從各種姿態的一個研究機會，然而，本人在此需限制我的研究為如上所述的一般性調查。激勵和鼓舞性的研究工作，一旦使這方面之研究增強，他日即可使其其他甚多問題得獲成就，這是此種新式觀測所帶領我們走向光明遠景的結果。

註一：本文作者 Veikko Rossi 博士現任赫爾辛基芬蘭氣象學院高空氣象學系主任兼教授。

註二：本文取材於 Vaisala News。



圖示在E、G和H點為東風區，在F點附近與H點之北方為風向轉變點（西風區），故在估計風向時須特別注意，以免發生錯誤

量預報，將能更臻完善境地，且對水利工程與土木工程方面亦不失為一大貢獻，最後嚴博士鼓勵與會人士，在國內亦可相機研究實驗，以提倡研究科學的風氣。（完）

※相當直徑亦就是平均直徑。

※為雨滴重量減去浮力所得之值。