

浅谈辐射变化规律与辐射观测

贾东奇

(黑龙江省黑河气象局, 164300)

引言

在实际观测中,常会遇到辐射观测仪器显现失真现象。其进入水汽、短路、断路、接触不良或受电源、电器干扰等因素无须赘述,现仅就如何能对仪器的错误显示及早发现、及时处理、进而获取准确数据、避免错情来谈谈自然辐射与辐射观测的关系。

1 总辐射观测

总辐射观测是太阳直接辐射和天空散射辐射到达水平面上的总量 $E_g \downarrow = S_t + E_d \downarrow$ 。在实际观测中,太阳高度角对总辐射观测数据影响最大,太阳直接辐射 S_t 是随太阳高度角 r 增大而增大;反之减小。

1994年4月2日的观测记录(文中所有观测记录都取自黑河观测站记录):17时有2成Ci,其他观测时间全天无云(详见表1)。上午太阳高度角随地方时间的推进而逐渐增长,下午相反,中午12时太阳高度角最大。以上数据表明, $E_g \downarrow$ 值上午逐渐增大,至中午最大;下午逐渐减小。据此规律,巡视观测数据时就要将此时次观测数值与上一时次观测数值进行比较,在无云和能见度变化不大的情况下,如果这个数值是随太阳高度角增大而增大,反之减小,说明此时观测仪显示数正常。

我们知道云的反射率和吸收率要大于空气的反射率和吸收率(查于《辐射仪器和测量指导手册》38页。以下简称《手册》)。云层情况不同,其总辐射也随之发生不同变化。

表1 1994年4月2日黑河观测记录

时刻/时	$E_g/W \cdot m^{-2}$	时刻/时	$E_g/W \cdot m^{-2}$
6	24	13	712
7	170	14	639
8	351	15	517
9	516	16	364
10	641	17	151
11	715	18	28
12	740	19	0

当天空中有少量的云,且不遮盖太阳时,

由于云体对太阳辐射的反射,使散射辐射 $E_d \downarrow$ 加大,总辐射观测数值也随之加大。

例如,1994年4月4日8时,天空中有1成Sc,Ci,Cu,相对湿度为43%,总辐射观测值为 $365W \cdot m^{-2}$,5日8时,因天空无云,相对湿度增大为44%,在太阳高度角增大一点的情况下,总辐射观测值为 $362W \cdot m^{-2}$,小于4日。

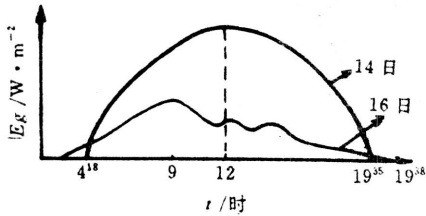
又如1993年2月22日14时,总云量为1/0成Ci,能见度为25.0km,大气相对湿度为59%,总辐射观测值为 $406W \cdot m^{-2}$,而23日14时因全天无云,能见度为25.0km,大气相对湿度减小为39%,在太阳高度角增大一点的情况下,总辐射值为 $386W \cdot m^{-2}$,小于22日。

以上两实例可充分说明云层反射散射与总辐射观测数值的关系(在一日连续观测数据中同此)。

所以,我们巡视辐射观测数据时,就要以此时次观测数值与相邻日同时刻观测数值相比较,或与本站历年同日同时观测数值相比较。如果白天有少量的云而且不遮盖太阳时,在空气相对湿度一样的条件下,观测数值就应比无云或云层遮盖太阳时的观测数值大。

当云层或烟雾遮盖太阳时,由于云层或烟雾对太阳辐射的吸收、散射和阻挡较大,致使总辐射观测数值减小。

如1993年5月16日,因各时次观测总云量为10成,云层遮盖太阳,而14日白天各时次观测时无云,总辐射观测数值是随太阳高度角变大而变大,反之减小,所以,虽然16日的太阳高度角各时刻值大于14日,但其各时次总辐射观测值都小于14日,特别是16日上午9时观测数值为 $338W \cdot m^{-2}$,10时为 $313W \cdot m^{-2}$,11时为 $244W \cdot m^{-2}$ 。其数值减小,是天空云层增厚所致(如附图)。



附图 14日和16日观测图

所以,在这种情况下,巡视时就要结合云层现象和当时的能见度来判断观测数据。

2 净辐射观测

净辐射观测值 E^* 是太阳与大气向下发射的全辐射和地面向上发射的全辐射的差值,即 $E^* = E_g \downarrow + E_l \downarrow - E_r \uparrow - E_l \uparrow$ 。白天净辐射观测数值是随总辐射值变化而变化, $E_g \downarrow$ 越大, E^* 也随之变大;反之变小。

从表2可知,白天净辐射观测数值是随总辐射值变化而变化:6—8时, E^* 随 $E_g \downarrow$ 增大而增大;9时, E^* 又随 $E_g \downarrow$ 减小而减小。同日横向比较如此,异日同时刻纵向比较亦然,同年同月5日9时, $E_g \downarrow$ 为 $520 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,比4日9时的 $E_g \downarrow = 176 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 大,因而5日的 E^* 为 $302 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,比4日9时的 E^* 值大。

表2 1994年4月4日部分时次观测记录比较

时刻/时	$E_g \downarrow / \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	$E^* / \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
6	15	-66
7	187	30
8	365	177
9	176	66

大气层以长波的形式向下辐射 $E_l \downarrow$,前面已述。大气的辐照度取决于它本身的温度,大气层温度越高,其辐照度也就越大,反之就越小。

例如,1993年7月14日2时,天空无云,地面温度为 18.5°C ,空气相对湿度为95%,空气温度为 19.8°C ,净辐射观测值为 $-26 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;7月15日2时,天空无云,当时的能见度和14日2时一样为25.0km,地面温度、空气相对湿度均与14日2时相同,只是因空气温度为 20.2°C 高于14日2时值,所以其净辐射观测值为 $-19 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,大于14日2时的净辐射观测值(在一日连续观测数值中亦如此)。

以上观测记录表明,气温越高,促使净辐射观测值随之变大;反之变小。

大气中水汽的吸收率和发射率都大于空气中的值(查于《手册》40页)。当大气相对湿度增大或天空有云增多时,大气向下的长波辐射就随之增大,从而使净辐射观测值增大;反之减小。

如1993年12月1日1时至5时,天空有Ci云增多并加厚。在这种情况下,我们看其净辐射值的变化,见表3。

表3 1993年12月1日1—5时净辐射

时刻/时	$E^* / \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
1	-38
2	-32
3	-29
4	-24
5	-12

以上实例足以说明空气湿度增大或云层增多加厚都能增大大气长波辐射 $E_l \downarrow$,使净辐射数值 E^* 增大。

地面辐射和大气一样,其辐照度和反射率也是净辐射数值的决定因素。地面温度越高,其向上辐射的辐照度 $E_l \uparrow$ 就越大,净辐射观测值也就变小;反之变大。

为避开太阳辐射干扰,因此取1993年12月3天同为天空无云、能见度(25.0km)相同、大气相对湿度都是80%的2时观测记录比较,见表4。

表4 1993年12月地面温度与净辐射值变化

日期	地面温度/ $^\circ\text{C}$	$E^* / \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
9	-23.3	-54
10	-25.2	-51
11	-26.5	-47

注:资料取自02时

以上记录通过比较可见,地面温度越高,净辐射观测值 E^* 也就随之变小。又如1993年11月17日2时,天空无云,能见度也是25.0km,空气相对湿度也是80%,地面温度 D_0 为 -19.1°C ,高于以上3天,而净辐射数值 E^* 为 $-86 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,小于以上3天观测数值。

在白天,下垫面的反射率也影响净辐射数值 E^* 。地面反射率越大,净辐射值 E^* 就越小。特别是在冬季,地面被雪覆盖时,地面自然雪在短波段反射率最大,可达80%(查于《手册》44页),因而使地面反射辐射 $E_r \downarrow$ 很大,致使白天净辐射观测数值也小于0。

实际观测中,在有雪为下垫面的情况下,有时会连续几个月净辐射观测值都小于0。1993年12月的每一时次观测值都小于0。