

电场作用与大气增温效应的再试验*

徐秀登 徐向民 马升灯 骆高远

(浙江师范大学, 金华 321004)

摘要 60 多次对比模拟试验结果表明,大气电场对大气增温效应的“促进”作用是相当可观的;“促进”作用的大小与电场强度和大气成分有关,也和静电场还是交流电场有关。在本文中还对这些现象的成因机理作了分析和讨论

主题词: 大气电场 爆发性增温 模拟实验

为了探求临震前大气增温异常的成因机制及临震前低空大气~地面大面积(几十万~上百万平方公里),大幅度(几度~ 10°C)的突发性增温^[1],是否与震前出现的近地表大气电场异常^[2]有关,三年多来,我们进行了 60 多次不同的电场强度对不同气体的增温效应的对比模拟试验,获得了令人耳目一新的试验结果

1 试验方法和内容

把试验气体分别装在形状相同,容积为 50 升的透明密封容器中,其内悬挂经过校正,精度为 0.1°C 的水银温度计。然后将气体容器置放于同形、等大 ($80 \times 60 \text{ cm}^2$)、等距 (30 cm) 的两个平行金属板之间。再把起始(室内)温度相同的上述气体容器同时搬到室外同一地点,在同一太阳辐射强度下,对比观测有电、无电和不同电场强度下各种气体的温度变化情况。每隔 10 分钟或 30 分钟观测一次,绘出 $T(\text{温度}) \rightarrow t(\text{时间})$ 曲线。

三年多来,采用上述对比观测方法,进行了如下几方面的试验,共达 60 多次。

试验 1 对大气及其各主要成分 N_2 , CO_2 , H_2O 汽等在太阳辐射下,进行模拟临震大气电场^[2] ($E=700 \text{ v/m}$ 或 350 v/m) 和无电场作用的对比试验,观测大气电场对大气增温效应的影响。

试验 2 在夜间 (21 h~22 h) 无太阳辐射时,对大气进行有电场和无电场作用的对比试验,观测大气电场对大气增温的作用,并与有太阳辐射时进行对比。

试验 3 对异常大气,如空气+ H_2O 汽,空气+ CO_2 ,空气+ CO_2 + H_2O 汽等的混合气体,进行有电场和无电场作用的对比试验,观测大气电场对异常大气增温效应的影响,并与正常大气和单一气体(如 N_2 , CO_2 , SO_2 等)的情况进行比较。

试验 4 对同一种气体在不同类型电场(直流和交流电场)和不同电场强度下进行对比试验,观测各种气体增温效应与电场强度之间的定性和半定量关系。

试验 5 对同一电场下的不同极性的大气成分,如 CO_2 和 H_2O 汽,空气和 SO_2 , N_2 和 SO_2

* 国家“八五”科技攻关项目,浙江省自然科学基金项目。

本文 1994 年 7 月 11 日收到,1996 年 5 月 26 日收到修改稿。

第一作者简介:徐秀登,男,1936 年 12 月生,教授,现从事“卫星红外预报地震”的研究工作。

等进行对比试验,观测大气电场对极性(有极)和非极性(无极)气体增温效应影响程度之差别,以进一步探讨电场对大气增温效应影响的机理。

2 试验结果

由于采用相同条件下对比试验的方法,故所得结果相对值是可信的。而且同一项内容往往反复观测多次,并对通电和不通电,不同的气体,对换容器试验,所得定性结果是一致的。主要试验结果见表 1

表 1 大气增温效应与电场作用关系试验结果汇总表

试验日期	气体名称	不同电场强度对增温效应影响大小比较 ($E: v/m$)	有无电场对比最大温差 ($^{\circ}C$)
1993-03-29 11 h~ 17 h 30 min	空气	$T_{700} > 0$	2.7
1993-03-31 13 h 30 min~ 16 h	空气	$T_{700} \gg 0$	4.4
1993-04-23 10 h 30 min~ 16 h	空气	$T_{700} > 0$	2.9
1993-04-02 15 h~ 19 h	空气	$T_{700} > 0$	2.0
1993-04-25 21 h~ 22 h	空气	$T_{700} \doteq 0$	0
1993-04-26 21 h 30 min~ 22 h 30 min	空气	$T_{700} = 0$	0
1993-06-02 08 h 30 min~ 18 h	空气	$T_{700} > T_{700} > T_{350} > T_{1000} > 0$	5.6
1993-06-04 08 h~ 18 h	空气	$T_{700} \gg T_{350} \gg T_{1000} > T_{700} \gg 0$	3.6
1993-04-24 08 h 30 min~ 16 h	N_2	$T_{700} \gg 0$	6.6
1993-04-26 10 h~ 21 h	N_2	$T_{700} > 0$	2.8
1993-05-29 12 h~ 17 h 30 min	N_2	$T_{350} > T_{700} \gg T_{700} \gg T_{1000} \doteq 0$	5.0
1993-05-30 07 h 30 min~ 17 h	N_2	$T_{350} \gg T_{700} > T_{700} > T_{1000} \gg 0$	5.0
1993-05-31 11 h~ 16 h 30 min	N_2	$T_{350} > T_{700} > T_{1000} \doteq T_{700} > 0$	2.6
1993-04-30 09 h 30 min~ 15 h 30 min	CO_2	$T_{700} > T_{350} \gg T_{700} \gg 0$	4.9
1993-05-01 10 h~ 17 h	CO_2	$T_{700} > T_{700} \gg T_{350} > 0$	5.4
1993-05-11 08 h~ 18 h 30 min	CO_2	$T_{350} > T_{700} > T_{2000} \gg T_{700} \gg 0$	3.0
1994-03-26 09 h 30 min~ 15 h 30 min	SO_2	$T_{700} > 0$	1.0
1993-06-25 10 h 30 min~ 17 h 30 min	H_2O 汽	$T_{350} \gg T_{700} \leq 0$	0.8
1993-06-26 09 h~ 17 h 30 min	H_2O 汽	$T_{700} \doteq 0$	0
1993-05-03 12 h~ 17 h	空气+ H_2O 汽	$T_{350} > T_{700} \gg T_{700} \gg 0$	1.7
1993-05-04 08 h 30 min~ 15 h	空气+ H_2O 汽	$T_{700} \gg T_{700} \gg T_{350} > 0$	4.0
1993-05-10 11 h~ 18 h 30 min	空气+ H_2O 汽	$T_{350} > T_{700} > T_{700} > 0$	3.8
1993-05-12 13 h~ 16 h 30 min	空气+ $CO_2(50\%)$	$T_{700} > T_{1000} \gg T_{350} \gg T_{700} > 0$	3.3
1993-05-13 07 h~ 16 h 30 min	空气+ $CO_2(50\%)$	$T_{700} > T_{350} > T_{700} > T_{2000} > 0$	4.8
1993-05-19 12 h~ 16 h	空气+ $CO_2(50\%)$	$T_{350} > T_{700} > T_{700} > T_{1000} > 0$	3.6
1993-05-21 09 h~ 18 h 30 min	空气+ $CO_2(30\%)$ + H_2O 汽	$T_{350} \gg T_{700} > T_{1000} \doteq T_{700} > 0$	3.4
1993-05-22 11 h 30 min~ 16 h	空气+ $CO_2(30\%)$ + H_2O 汽	$T_{700} \gg T_{350} > T_{1000} > T_{700} > 0$	3.4
1993-05-24 09 h~ 18 h 30 min	空气+ $CO_2(30\%)$ + H_2O 汽	$T_{350} \gg T_{700} > T_{1000} \gg T_{700} > 0$	5.2
1993-05-25 07 h~ 16 h	空气+ $CO_2(30\%)$ + H_2O 汽	$T_{350} \gg T_{700} > T_{700} \doteq T_{1000} > 0$	4.6
1993-06-27 13 h 30 min~ 16 h 30 min	CO_2	$T_{700} > 0$	2.4
1993-06-27 13 h 30 min~ 16 h 30 min	H_2O 汽	$T_{700} \leq 0$	- 1.6
1994-10-05 09 h 17 h	空气	$T_{700} \gg 0$	3.7
1994-10-05 09 h 17 h	SO_2	$T_{700} > 0$	1.6
1995-01-31 11 h 30 min~ 16 h	N_2	$T_{700} > 0$	1.6
1995-01-31 11 h 30 min~ 16 h	SO_2	$T_{700} \gg 0$	0.8
1995-02-01 09 h 30 min~ 13 h	空气	$T_{700} > 0$	2.9
1995-02-01 09 h 30 min~ 13 h	SO_2	$T_{700} \gg 0$	0.8

表注: 700意为 50 Hz, $E=700 v/m$ 的交变电场; “ \gg ”略大于,有时相等或略小; “ \doteq ”基本相等。

综合分析表 1 和相应的 $T-t$ 曲线图, 可以得出如下几点认识:

(1) 大气电场对大气增温效应的“促进”作用是相当可观的, 从表 1 可见, 在 $E=700\text{ v/m}$ 或 350 v/m 直流电场作用下, 大气增温幅度最大提高 $2.0^{\circ}\text{C}\sim 4.4^{\circ}\text{C}$, 大气主要成分 N_2 增温幅度最大提高 $2.6^{\circ}\text{C}\sim 6.6^{\circ}\text{C}$; 异常大气重要成分 CO_2 增温幅度最大提高 $1.9^{\circ}\text{C}\sim 4.9^{\circ}\text{C}$ (图 1).

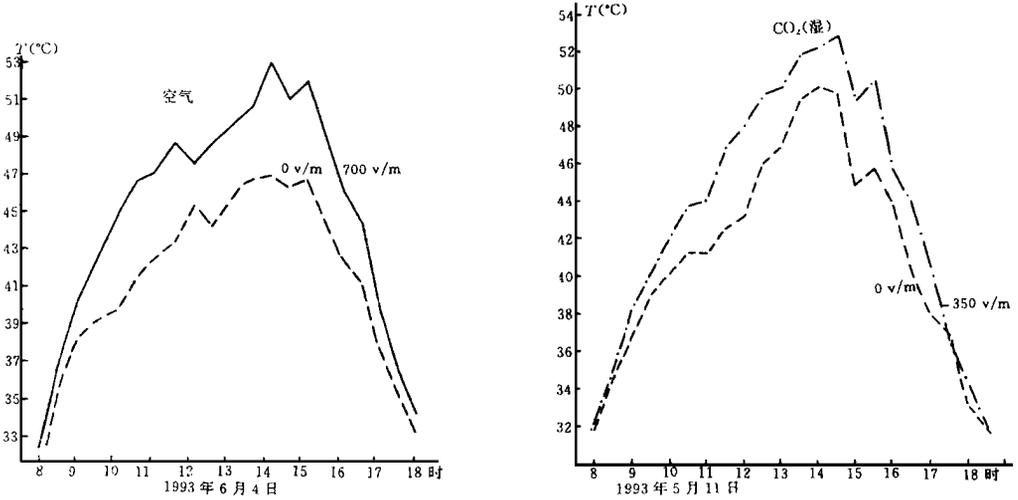


图 1 在有电场和无电场作用下的大气增温效应对比

Fig. 1 The air temperature increase effect with or without an electric field action.

(2) 试验 2 表明, 在 21 h~ 22 h 的夜间, 在有电场作用和无电场作用的两个容器中气体的温度相同. 图 1 表明, 在有电场作用和无电场作用时的两个容器内气体温差大小与太阳辐射强度呈正相关, 上午两者温差逐渐增大, 下午逐渐减小, 日落后渐趋于一致. 因此, 大气电场并非是直接激发气体增温的独立因素, 它只是对太阳辐射下气体增温效应起“促进”和“扩大”作用.

(3) 电场对大气增温效应的“促进”作用的大小与电场类型有关. 试验表明, 50 Hz 交变电场比相同强度的直流电场对气体增温的“促进”作用要相对小一些 (图 2).

(4) 电场对大气增温效应“促进”作用的大小还与电场强度有关. 试验 4 表明, 在一定电场强度范围内, 大气增温效应与电场强度呈正相关, 但有一个极限值 E_{max} . 如 CO_2 (50%±) 气体, 在电场强度 $E=700\text{ v/m}$ 时, 大气增温幅度比 $E=350\text{ v/m}$ 时要大. 但当 $E=2000\text{ v/m}$ 时,

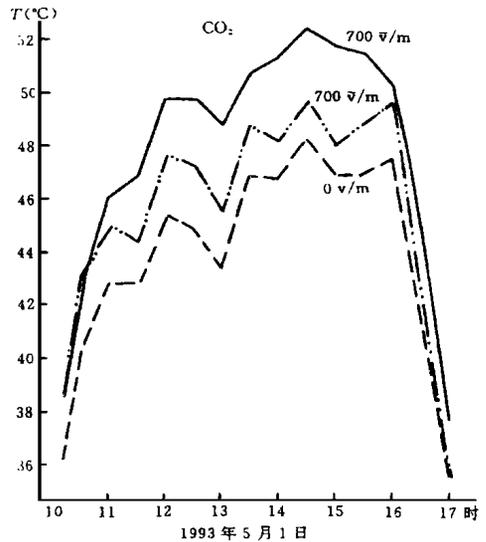


图 2 同场强交流和直流电场对气体增温效应影响大小对比

Fig. 2 Influences of static electric field and interflow electric field on the air temperature increase effect under the same strength of the electric field.

大气增温幅度反比 $E=350\text{ v/m}$ 时还要小^[3]。不同的气体有不同的 E_{\max} , 如 N_2 , 在 $E=700\text{ v/m}$ 时, 其增温幅度比 $E=350\text{ v/m}$ 时小, 说明电场对 N_2 增温的“促进”作用, 其最大的电场强度 E_{\max} 比 CO_2 的要小一些 (图 3)。

(5) 电场对大气增温效应“促进”作用的大小还与气体成分有关。试验 5 表明, 大气电场对非极性 (无极) 分子气体 (N_2 , O_2 , CO_2 等) 作用大, 而对极性 (有极) 气体 (SO_2 , H_2O 汽等) 作用甚小 (表 1, 图 4); 试验 3 也反映出, 空气与极性分子的混合气体 (空气+ H_2O 汽) 比与无极分子气体的混合气体 (空气+ CO_2) 的增温幅度要小一些 (表 1)。

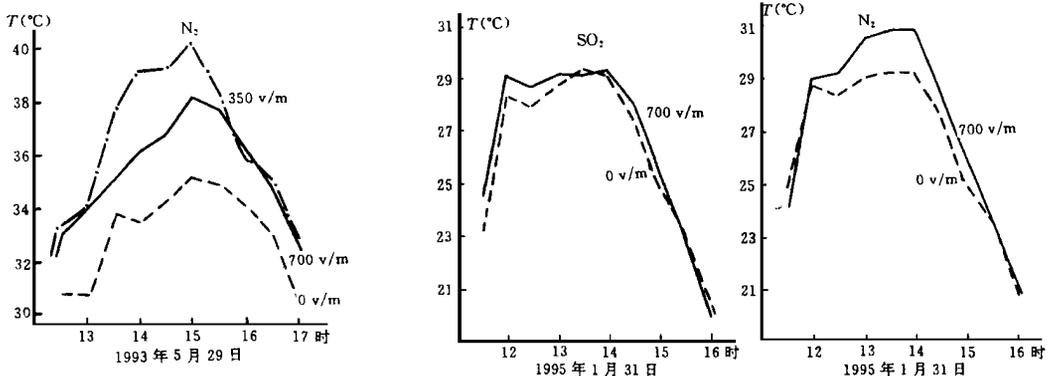


图 3 不同强度电场对 N_2 增温的影响

Fig. 3 Influence of electric field with different strength on the N_2 temperature increase.

3 分析与讨论

温度是热能的衡量尺度, 热能变化是分子和原子的能态变化的宏观表现。

本系列试验涉及到太阳直接辐射、地面长波辐射、“温室效应”、“大气增温效应”和电场作用等诸多问题, 故导致气体温度变化的因素是很复杂的。由于采用同时、同地、同光照、同容器的气体增温对比试验的方法, 使讨论大为简化, 因此, 我们仅着重讨论有无电场和不同强度电场对相同气体和不同气体作用时增温差异的原因。

据近代物理学电磁波谱理论^[4-6], 气体的温度主要是红外波段, 尤其是近红外波段电磁波的热效应。近红外波是气体分子在振动-转动能阶跃迁的产物, 而分子要发生能阶跃迁的前提是其本身要有偶极矩。在正常大气环境中, N_2 , O_2 , H_2 和 CO_2 等大气成分属无极分子, 偶极矩为 0, 但有外电场作用时, 它们会发生诱导极化, 由无极变成有极^[4]。于是在太阳辐射和地面长波辐射下, 就会吸收相应频率的红外辐射, 使气体增温。因此, N_2 , CO_2 等无极分子气体的增温

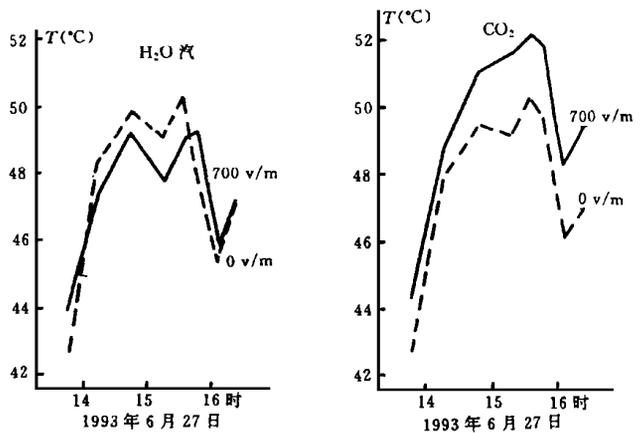


图 4 同强度电场对有极和无极分子气体增温效应影响对比

Fig. 4 Influences of the electric fields with the same strength on the temperature increase effect of air which has polarized molecules or non-polarized molecules.

效应,在有电场作用比无电场作用时有显著的增强

SO_2 , H_2O 汽等气体是具永久偶极矩的极性分子,当外电场作用时,则会产生定向极化^[4,5],沿电场方向形成相对有序的排列。这样,电场力对各有极分子的振动和转动,起着定向束缚作用,从而削弱了分子振动-转动的活力和幅度。因此,大气电场对极性分子气体增温的“促进”作用是甚微小的,甚或“促退”,如 SO_2 ,在 $E=700\text{ v/m}$ 作用下与无电场作用时,增温相近,而 H_2O 汽在 $E=700\text{ v/m}$ 作用下反比无电场作用时增温幅度小(图 4)

由于受电场作用后,无极分子就被极化成了有极分子,那么随电场强度继续增强,也会受到定向束缚作用,即对其振动-转动起阻碍作用了,因此,对于不同的无极分子气体的增温,有不同的电场强度极限值 (E_{\max})

低频(50 Hz)交变电场虽然对无极分子也有诱导极化作用,但不能象直流电场那样长时间持续诱导作用,可能尚未使诱导偶极矩达到很大程度时,电场就转向了,故低频(50 Hz)交变电场对无极分子气体增温效应的“促进”作用一般皆小于同场强的直流电场作用。

要使气体分子吸收红外波产生振动-转动能阶跃迁,除了其自身须具有偶极矩以外,还必须有外界提供的与分子振动-转动固有频率相当的,即具有足够频率的红外波^[6],但是在夜间,不仅太阳辐射为零,而且地面长波辐射也不可能提供足以使分子产生跃迁的辐射强度,因此,在夜间,静电场对大气增温没有“促进”作用。

参考文献

- 1 徐秀登,强祖基,贲常恭.临震卫星热红外异常与地面增温异常.科学通报,1991,36(4): 291~ 294.
- 2 郝建国.近地表大气电场异常与地震.地震学报,1988,10(2): 206~ 211.
- 3 徐秀登,徐向民,马升灯,骆高远.临震大气增温异常成因的初步认识.地震学报,1995,17(1): 123~ 127.
- 4 胡英.物理化学.北京:高等教育出版社,1989.164~ 239.
- 5 王国文.原子与分子光谱导论.北京:北京大学出版社,1985.97~ 208.
- 6 徐怀平.远红外加热技术.石家庄:河北人民出版社,1979.1~ 71.

RE-EXPERIMENT ON THE ACTION OF THE ELECTRIC FIELD AND THE EFFECT OF THE AIR TEMPERATURE INCREASE

XU Xiudeng XU Xiangmin M A Shengdeng LUO Gaoyuan
(Zhejiang Teachers University, Jinhua 321004)

Abstract

The more than sixty times of comparative simulation experiments indicate that the electric field plays a considerable role in reinforcing the air temperature increase effect, the degree of the reinforcement is correlative with the electric field strength, the air constituents and static electric field or interflow electric field. In this paper, genetic mechanisms of these phenomena have been analysed and discussed.

Key words Atmospheric field, Explosive warming, Simulation test