

学术讨论

临震大气增温异常成因的初步认识^{*}

徐秀登¹ 徐向民² 马升灯³ 骆高远¹

- 1) 中国浙江金华市 321004 浙江师范大学地理系
2) 中国浙江金华市 321004 浙江师范大学物理系
3) 中国浙江金华市 321004 浙江师范大学化学系

摘 要

通过模拟对比试验,基本搞清了临震低空大气-地面增温异常的成因。初步认为,大气静电异常对大气的极化作用,是大气在太阳辐射下产生大面积、大幅度增温异常的主要因素;异常大气的增温效应也是其原因之一。

主题词 临震异常; 大气电场

引 言

近年来,震前低空大气-地面的实测温度和卫星红外异常表明: $M_s \geq 3$ 地震前 2 天至 20 多天,孕震区及其周围皆出现几万至 100 多万平方公里、累积增温达 2—10℃ 多的增温异常(徐秀登等, 1991)。

临震低空大气-地面为什么会出现如此大面积、大幅度的累积增温异常,对其成因机理现有多种推论:一种认为可能是临震地球放气,尤其是地下逸出 CO_2 , CH_4 等“温室气体”,使异常大气产生“增温效应”所致(Горный и др, 1988);另一种设想是可能与地光成因类似,即由临震异常电场直接激发异常大气发射热红外辐射的结果(强祖基等, 1992);还有不少人则倾向于受压岩层应变能转换为热能和辐射能或断层活动生热的机理。对此,已做过现场实测(杨修信等, 1991)、岩样受压破裂试验(耿乃光等, 1992)和数学模拟,但一般只有零点几摄氏度的增温,数学模拟 1976 年唐山大地震前断层蠕动产生的增温也仅达 2.5℃(蔡永恩等, 1987),而据气象台地面温度资料,实际累积增温达 12℃(徐秀登等, 1991)。何况这类机械能转换的热能、辐射能多于深处震源附近,而岩石是热的不良导体。因此,我们认为:受压岩石孕震过程中由机械能转化的热能、辐射能,对临震低空大气-地面大面积、大幅度的增温异常的“贡献”是次要的,故笔者对“温室气体”的增温效应和临震大气电场异常与大气增温异常的关系开展了模拟试验,已取

^{*} 国家“八五”科技攻关项目(85-02-02-04)的一部分。
1994 年 3 月 17 日收到初稿, 1994 年 11 月 5 日收到修改稿并决定采用。

得可喜的初步结果. 最近, 强祖基、孔令昌等做室内模拟试验, 在交变电场激发下, 不论有无太阳辐射, “温室气体”及空气都有程度不同的增温, 也从另一侧面论证了震前低空大气增温原理.

1 试验装置、方法和内容

1.1 试验装置

因缺乏经费只得因陋就简、土法上马, 选用容积 25L 的大玻璃瓶作气体容器, 其内吊挂经校正的、0.1℃精度的气象水银温度计, 目测温度; 用平行板电容器模拟临震静电场, 极板 80×60 cm², 两极板距离 30 cm, 让整个气体容器处在静电场之中(图 1).

1.2 试验方法

为减少装置简陋带来的误差, 采用同时、同地、相同条件下对不同气体, 有电、无电和不同电场强度下对比的方法, 进行了以下几项试验:

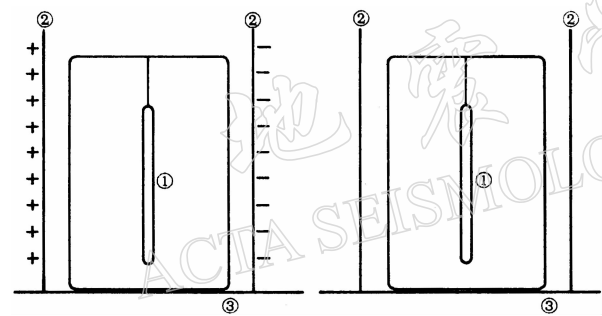


图 1 试验装置简单示意图

① 温度计; ② 平行金属板; ③ 地板

试验 1 对 H₂O 汽(空瓶中加水滴)、CO₂、CH₄ 等“温室气体”和干空气在同一光照下进行对比试验, 观测各“温室气体”的增温效应. 现以 1993 年 1 月 19 日观测结果为例(图 2).

试验 2 对普通大气在太阳辐射下, 进行有电场和无电场作用的对比试验, 观测大气静电场对大气增温效应的影响, 结果如图 3.

试验 3 对普通大气在黑夜

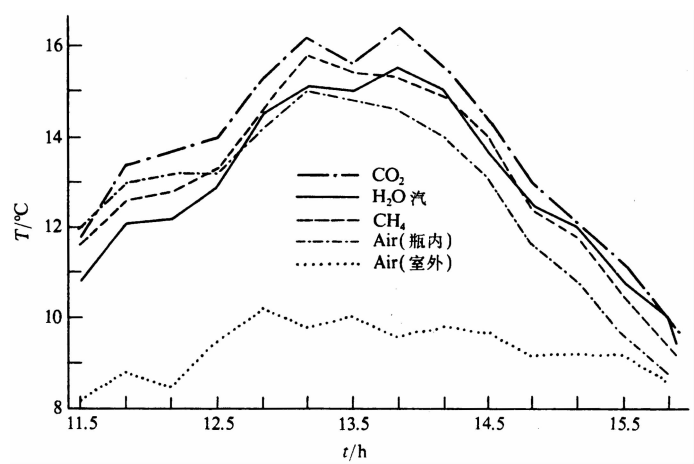


图 2 “温室气体”的增温效应

(即无太阳辐射时), 进行有、无电场作用的对比试验, 寻求大气静电场对大气增温作用与太阳辐射的关系。

试验 4 对同一气体在不同电场强度下进行对比试验, 寻求气体增温效应与电场强度之间的关系. 现选用 1993 年 5 月 13 日 CO_2 对比观测结果为例(图 4)。

试验 5 对同一电场强度下的不同大气成分(N_2 、 CO_2 、纯 H_2O 汽等)的增温效应情况进行对比试验, 观测大气电场对各大气成分增温效应影响之大小. 以 1993 年 6 月 27 日纯 H_2O 汽和 CO_2 及 4 月 24 日 N_2 气试验结果为例(图 5)。

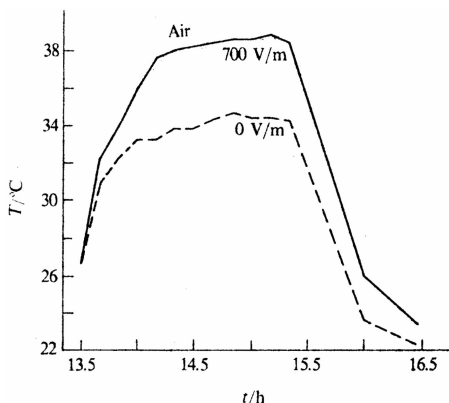


图 3 同一光照下有、无电场作用大气温度变化对比

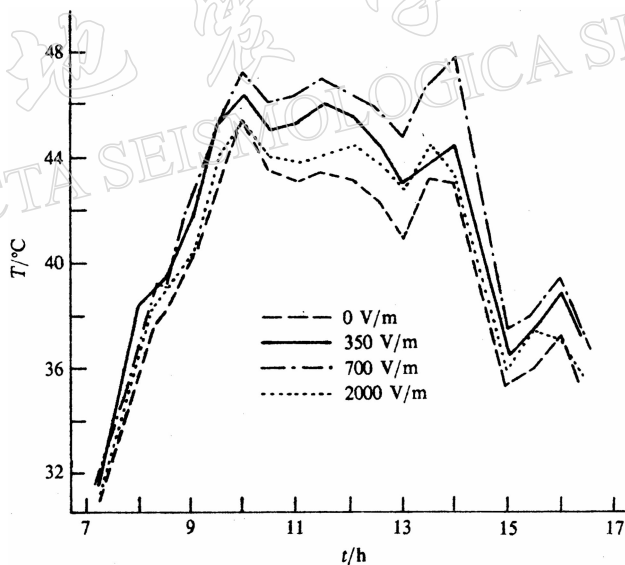


图 4 同一气体(CO_2)在不同电场强度下增温效应情况对比

$$\text{CO}_2 T_{700\text{V/m}} > T_{350\text{V/m}} > T_{2000\text{V/m}} > T_{0\text{V/m}}$$

因采取同时、同地、相同条件下对比试验的方法, 故所得结果相对值是可信的; 且我们经过近一年的时间, 几乎跨越春夏秋冬四季, 共试验 40 多次; 同一项内容往往反复观测多次; 并对有电、无电、不同气体对换容器试验(以验证试验结果), 所得定性结果是一致的。

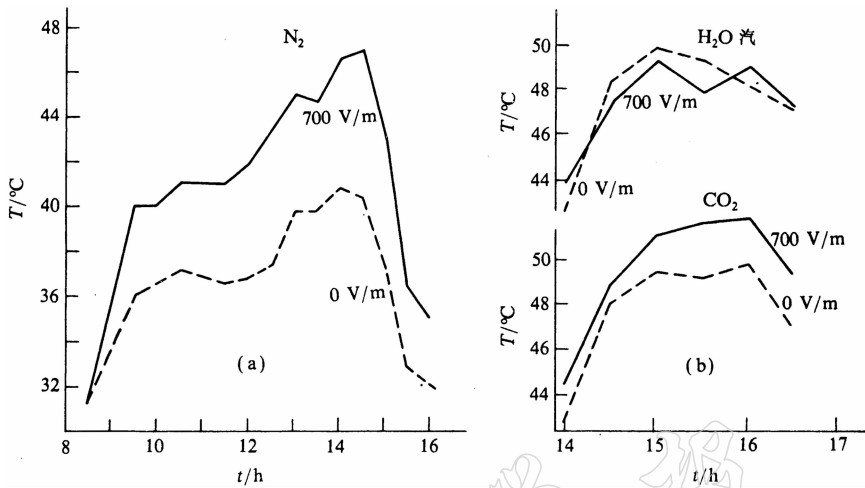


图5 相同场强下不同气体增温效应情况对比

N_2 : $T_{700V/m} \gg T_0V/m$; CO_2 : $T_{700V/m} > T_0V/m$; 纯 H_2O 汽: $T_{700V/m} \approx T_0V/m$

2 结果讨论

(1) 试验证明: 各“温室气体”的增温效应是普遍存在的, 但增温幅度不太大. 由图2可知: 纯 CH_4 和纯 CO_2 与干空气对比只高出 $1^\circ C$ 左右, 而自然大气是混合气体, 即便震前有大量的“温室气体”逸出, 其含量增加几个数量级(Кравцов и Фридман, 1974), 也只是比例上的增加. 但室内试验和实际观测表明, 震前地球放气是经常而普遍的; 同时, 要考虑到上述试验, 作为对比的干空气本身也具大气增温效应. 因此, 我们认为临震异常大气的增温效应是大气增温异常的原因之一.

(2) 试验表明: 模拟临震大气电场在太阳辐射下, 对大气增温效应的促进作用是相当大的. 从图3可知: 在 $700 V/m$ 电场作用下, 可使大气增温提高 $4.4^\circ C$ 多; 可使大气主要成分 N_2 气提高 $6.6^\circ C$ (图5a), 已相当于 $M_s \geq 6$ 地震的临震地面累积增温幅度了.

而临震大气电场异常又是普遍存在的. 据郝建国(1988)长期观测, 几乎所有 $\Delta \leq 100 km$ 、 $M_L \geq 4.0$ 和 $\Delta \leq 250 km$ (有的达 $400 km$)、 $M_L \geq 5.0$ 的地震前2天至40多天内, 皆测到大幅度(约 $-300 V/m \sim -700 V/m$) 的静电异常. 按 $S = \pi R^2$ 公式换算, 其异常范围可达3万多至51万多平方公里了. 这说明震前大气电场异常与卫星红外异常(震前2天至20多天, 面积达几万至近百万平方公里在时、空上基本是对应的).

故我们初步认为: 震前大气静电场异常是造成大面积、大幅度卫星红外临震异常的主要因素.

(3) 试验表明: 在黑夜无太阳辐射的情况下, $E = 700 V/m$ 的静电场对气体无增温作用; 在白天有太阳辐射情况下, 从各温度变化曲线可知: 有电场与无电场作用的两容器的气体温差大小是与太阳辐射强度呈正相关的: 上午随太阳辐射的不断增强, 温差逐渐增大; 14—15时后随太阳辐射的不断减弱, 温差逐渐减小; 日落后有无电场作用的两

瓶内气温渐趋于一致。再从图 4 可知：同一气体(如 CO_2)在不同强度的电场作用下，都有增温效应，但增温幅度并非总是与场强正相关，如图 CO_2 (40%—50%) $T_{700 \text{ V/m}} > T_{350 \text{ V/m}}$ ，但当 $E=2\,000 \text{ V/m}$ 时，增温幅度(即同时刻 $T_{2\,000 \text{ V/m}} - T_{0 \text{ V/m}}$ 的差值)反比 $E=350 \text{ V/m}$ 时的还要小。

综上，我们认为：临震大气静电场不是直接激发气体增温，而只是诱导气体极化，为太阳辐射激发气体增温起促进、“催化”作用(胡英等，1984)。

(4) 试验 5 表明：在同一强度电场作用下，不同大气成分的增温效应是不同的。图 5 示出，在相同场强 $E=700 \text{ V/m}$ 作用下， N_2 气增温最大、 CO_2 次之、纯 H_2O 汽基本不增温。这是因为静电场对非极性气体分子增温的促进作用远大于对极性气体分子(H_2O 汽等)的促进作用，而大气中非极性分子 N_2 、 O_2 占 99%，因此可以认为：震前普遍存在的大气静电场异常，在太阳辐射激发下，不仅可使异常大气(即富含地下逸出气体的大气)，也可使正常大气产生大气增温效应。故震前大气静电场异常是与临震大气-地面增温异常强度与范围息息相关的重要因素。

参 考 文 献

- 蔡永恩、殷有泉、王仁，1987. 地震前断层蠕动与地温异常的探讨. 地震学报，**9**，165—176.
- 耿乃光、崔承禹、邓明德，1992. 岩石破裂实验中的遥感观测与遥感岩石力学的开端. 地震学报，**14**，增刊，645—652.
- 郝建国，1988. 近地表大气电场异常与地震. 地震学报，**10**，206—211.
- 胡英、陈学让、吴树森(编)，1984. 物理化学(下册)，164—239. 高等教育出版社，北京.
- 强祖基、孔令昌、贇常恭、徐秀登，1992. 地球放气、热红外异常与地震活动. 科学通报，**37**，24，2259—2262.
- 徐秀登、强祖基、贇常恭，1991. 非增温背景下的热红外异常兼机制讨论. 科学通报，**36**，11，841—844.
- 杨修信、陈沅俊、易志刚、吕悦军、赵京梅，1992. 大同-阳高地震地热异常与机理初探. 西北地震学报，**14**，1，22—28.
- Горный, В. И., Сальман, А. Г., Тронин, А. А., Шилин, Б. В., 1988. Шходящее инфракрасное излучение земли — индикатор сейсмической активности. ДАН СССР, Т. 301, No. 1, 67—69.
- Кравцов, А. И., Фридман, А. И., 1974. Понски Превестников Землетрясений На Прогностических Полигонах, 158—164. Наука Москва.