

OTC-1 型开顶式气室的臭氧发生、控制 与测量系统及物理性能评价*

王春乙 郭建平 白月明 温 民

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

刘江歌 李 雷

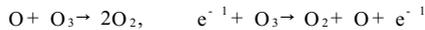
(中国人民解放军防化研究院, 北京 100083)

1 OTC-1 型开顶式气室的臭氧发生、控制与测量系统

(1) 臭氧发生系统 OTC-1 型开顶式气室是利用臭氧发生器作为气源, 本试验选用的发生器为 QHG-1 型高频臭氧发生器. 该发生器通过将纯氧通入高频放电单元产生臭氧. 放电单元由玻璃管和插在里面的不锈钢管组成, 两管形成一个环状放电间隙, 高压极是不锈钢管, 玻璃管外壁用水冷却, 同时冷却水作为地极. 臭氧生成的化学过程先是电晕中高自由能电子将氧分子离解成氧原子, 接着, 通过三体碰撞反应形成臭氧. 即:



式中 M 是气体中任何其它气体分子, 与此同时, 原子氧和电子也同臭氧反应形成氧,



此外, 高温可促进臭氧的分解, 所以, 净臭氧产量是形成和分解臭氧所有反应的总和.

(2) 臭氧浓度控制系统 OTC-1 型开顶式气室是利用臭氧发生器作为气源, 生出的臭氧通过分支管, 用转子流量计控制其流量, 配置不同的浓度, 再借助于轴流风机送入气室.

(3) 气室内臭氧浓度的自动采集测量系统 OTC-1 型开顶式气室的臭氧浓度自动采集测量系统为, 臭氧浓度由位于气室中央的取样管, 通过气泵吸入, 经过电磁阀控制开关自动切换后, 送入 APOA-350E 型环境臭氧分析仪, 再将结果送入 MCS-51 型单片机, 最后通过 232 通讯接口将单片机的所有信息送入微机, 微机可对单片机进行相同功能的遥控操作.

2 OTC-1 型开顶式气室臭氧发生、控制与测量系统的物理性能评价

OTC-1 型开顶式气室臭氧发生、控制与检测系统在投入使用之前, 首先要了解许多技术参数, 其中最主要的参数有 2 个, 一是气室内臭氧浓度的空间分布特征; 二是臭氧浓度控制的稳定性.

(1) 气室内臭氧浓度的空间分布特征 气室内臭氧浓度的空间分布特征, 主要指臭氧浓度的水平分布和垂直分布特征. 为此, 我们在气室内同一水平高度上分别在不同方向上设 5 个点, 共设置 2 个高度 (50、100 cm). 其中 50 cm 高度是在作物层内部, 100 cm 高度是在作物层上部. 在臭氧送入量保持不变的情况下, 对 50、100 cm 两个高度上共设 10 个测点, 其中 2、3、4、5 各点距气室边 30 cm, 7、8、9、10 各点距气室边 50 cm. 10 个测点各进行循环测定 3 次, 每次取样时间间隔为 100s. 表 1 给出了气室内不同层面上的臭氧浓度、标准偏差和变异系数.

由表 1 可以看出: 气室内臭氧浓度在两个高度上的分布的变异系数分别为 1.50% 和 2.10%, 说明气室内臭氧浓度场的分布是均匀的.

* 国家自然科学基金重大资助项目, 编号(49899270).
1999-05-24 收到, 1999-12-27 收到修改稿.

表 1 气室内臭氧浓度的分布、标准偏差($\times 10^{-9}$)和变异系数(%)

高度	方位	测 值			平均值	方位平均值	标准偏差	变异系数
		1	2	3				
50	1	106	106	105	105.7	105.1	1.58	1.50
	2	102	104	102	102.7			
	3	106	106	104	105.3			
	4	105	107	106	106.0			
	5	104	107	106	105.7			
100	6	101	96	98	98.3	96.6	2.03	2.10
	7	97	95	96	96.0			
	8	96	98	99	97.7			
	9	96	97	95	96.0			
	10	97	92	96	95.0			

(2) 试验期间臭氧浓度控制的稳定性 该项试验共分 3 个处理试验, 2 个对照试验. 3 个处理试验的臭氧浓度分别为 50×10^{-9} 、 100×10^{-9} 、 200×10^{-9} , 对照试验 1 为通风过滤而不加臭氧, 对照试验 2 为只通风而不过滤不加臭氧. 1999 年 4 月 1 日盆栽冬小麦移入气室, 4 月 3 日开始通气试验, 每天通气 7 小时(09:00~16:00). 图 1 给出的是整个 4 月份实际试验期间臭氧浓度控制的月际变化. 从图 1 可知, 试验期间臭氧浓度控制是相当稳定的.

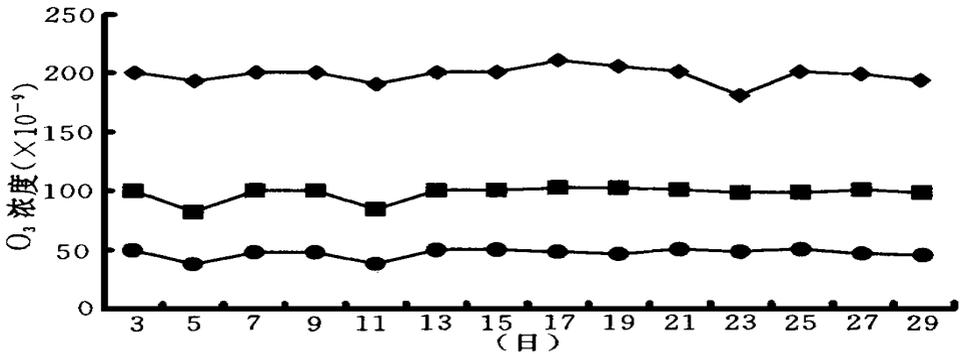


图 1 1999 年 4 月 3 个气室内臭氧浓度的月际变化

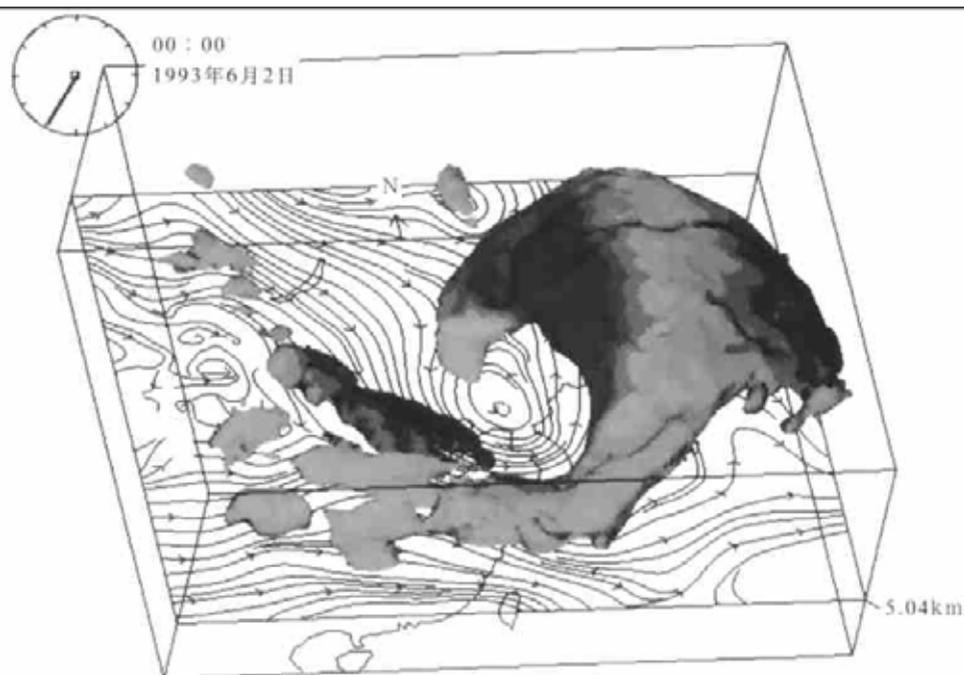


图2 数值模拟得出的1993年6月2日00:00UTC气旋云系冷云顶的立体图像(图中彩色面为冰水含量为 $0.1\text{g}/\text{kg}$ 的三维等值面, 水平剖面为 5km 高度上的流场)

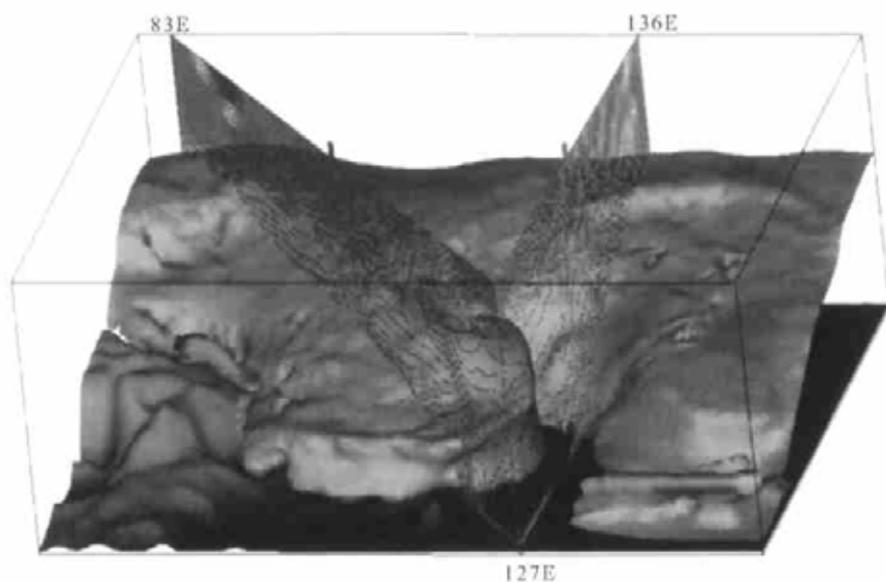


图4 数值模拟得出的1993年6月2日00:00UTC气旋中锋面的立体图像(相当位温为 325K 的等值面)和与冷锋($83^{\circ} \sim 127^{\circ} \text{E}$)、暖锋($136^{\circ} \sim 127^{\circ} \text{E}$)垂直的相当位温剖面图

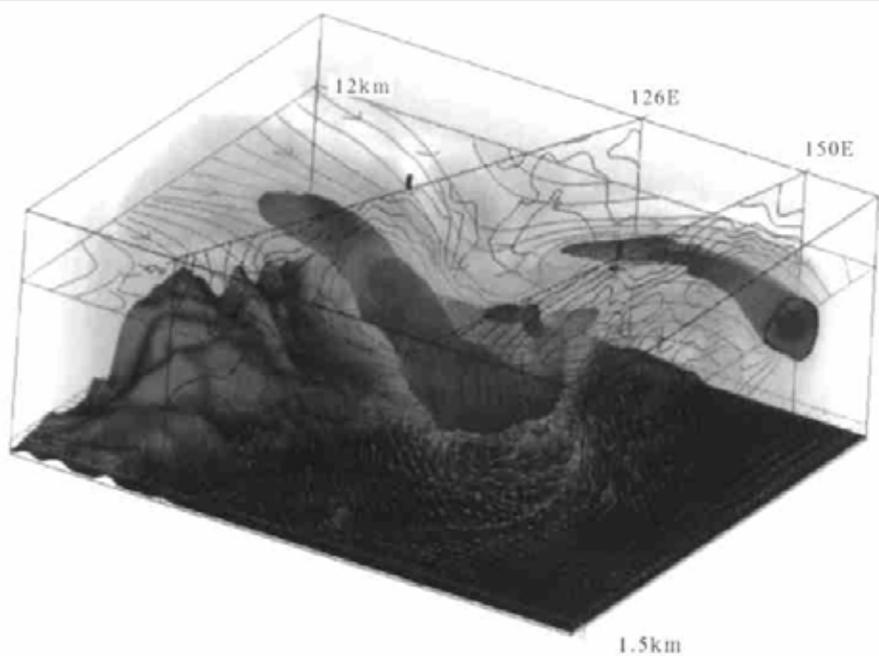


图5 数值模拟得出的1993年6月2日00:00UTC气旋的流场三维图像

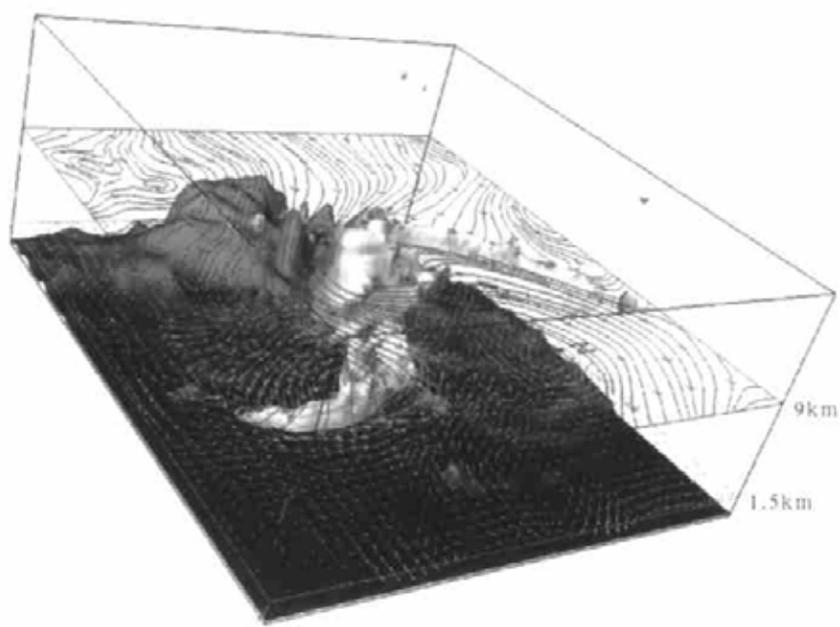


图6 数值模拟得出的1993年6月2日00:00UTC气旋相对涡度为 $17 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 的等值面立体图像