

植物试验用的人工熏气室

中国科学院上海植物生理研究所环境保护组

一

人工熏气室是研究植物和大气污染关系的必要设备。

静式熏气室一般是一个用玻璃或塑料制成的密闭小室，供试毒气常是一次发生或送入。由于供试植物、栽培植物的土壤和室壁的吸收和吸附，预先计算好的毒气浓度随着时间而降低。此外，由于供试植物的蒸腾作用，室内空气湿度很快会达到饱和，室壁凝集水滴，从而影响植物的水分代谢和气孔开度。在直接光照下，室内气温和植物体温度会显著升高。因此，静式熏气室不易控制毒气浓度和温度、湿度等条件。大气污染物引起植物伤害的剂量，和植物对大气污染物的反应，既随植物种类而不同，也随外界条件而变化。如果不能控制试验的环境条件，就会影响试验结果的准确性，难于重复和比较。

动式熏气室能克服上述这些缺点。小室内部的空气不断流通和更换，因而便于控制毒气浓度和温度、湿度等条件，为供试植物提供比较恒定和接近正常的环境条件，并能进行较长期的试验。

动物用的人工熏气室在国内已经比较普遍，但还没有供植物试验用的动式熏气室。植物需要较强的光照以进行光合作用，并有强烈的蒸腾作用，散发大量水分，所以植物用的熏气室的设计要求与动物用的有所不同。为了进行植物对二氧化硫和乙烯的反应的研究，我们根据试验要求和我所的试验条件，和工人师傅一起设计并建成了动式熏气室。

二

熏气室设在人工气候室内，采用大室套小室的办法。大室内控制温度和湿度，提供人工照光。小室内通入供试毒气。植物放在小室内，人可进入大室进行观测。

大室面积约 15 平方米，配备一套专用的室气调节设备。调节好温度和湿度的空气由风机从开孔地板送入室内，流经全室后从迴风口送回调节箱，重新调节后，再送入室内，如此循环使用。温度控制为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，亦可随意在当时气温上下 10°C 的范围内调节。相对湿度控制为 $60-80\% \pm 7\%$ 。风机为变速电机 JDO₂4-8P，风量有两档，快档为 5300 立方米/小时，慢档减半；风速为 0.5 米/秒。大室内并排放两个同样的熏气小室，其组成可分为：

(一) 小室：为钢架结构，体积 2.1 立方米 ($2.0 \times 0.7 \times 1.5$ 米)，三面镶配玻璃，两面为塑料筛孔板，其中一面连接混气箱，另一面连接喇叭箱 (图 1)。混气箱和喇叭箱都由聚乙烯板制成，前者和进气管相接，后者连接排气管。排气管直通屋顶，管道内径 100 毫米。筛孔板每面有小孔 1383 个，孔径 5 毫米。正面开门，门上方玻璃壁上有四个采样孔，邻接混气箱的塑料壁上方亦有五个小孔 (为了防止漏气，都装有锁紧管道螺丝)，既可供采样用，亦可在较长期的熏气试验中通入自动灌水装置的水管。

(二) 通风设备：在屋顶排气口装备 4-72 型 2 号塑料通风机，配用 A₁ 0.75KW2P 电

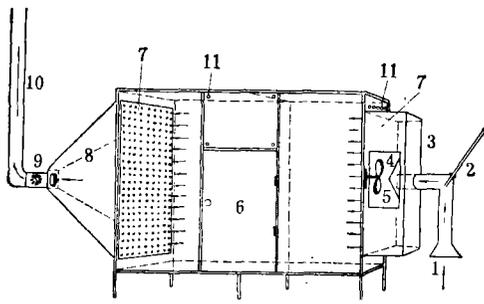


图1 熏气小室示意图

1. 进气口 2. 毒气管 3. 混气箱 4. 档板
5. 搅拌风扇 6. 门 7. 筛孔塑料板 8. 喇叭箱 9. 盖板阀 10. 排气管 11. 取样孔

动机, 转速 2900 转/分, 风量 780—1460 立方米/小时。两个熏气小室并联, 由一个风机带动。开动风机后, 大室内保持一定温度和湿度的空气沿进气管抽入混气箱, 通过筛孔板进入小室, 再在另一端通过筛孔板进入喇叭箱, 然后沿排气管通到屋顶排放。毒气是在进气管中部导入, 被空气稀释后, 随气流进入混气箱, 由于档板的作用和电风扇的搅拌, 使毒气和空气充分混和。在熏气小室内气体保持微负压(抽气), 而在大室内保持微正压(送风), 这样, 小室内外有一压力差, 小室内毒气即可不致外漏至大室内。每一试验结束时停止通入毒气后, 继续开动风机约半小时, 即可清除残毒。喇叭箱末端装有盖板阀, 用以适当调节风量。

(三) 毒气装置: 目前我们试验用的污染气体是二氧化硫和乙烯, 是由钢瓶装液态

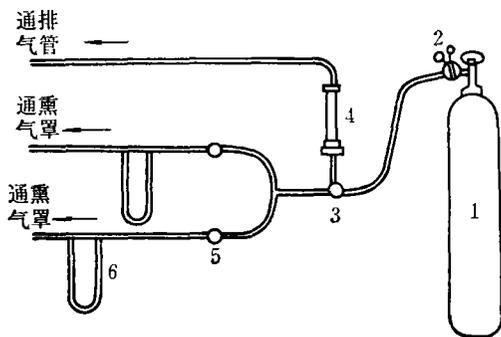


图2 管道示意图

1. SO₂ 钢瓶 2. 减压表 3. 三通阀 4. 转子流量计 5. 二通阀 6. 毛细管流量计

二氧化硫或乙烯供给的。气体经过减压器, 分为两个支路: 一路通熏气小室(两个熏气小室并联), 一路直通排气管作为“安全门”(图2)。开始打开钢瓶针形阀和减压器开关时, 先开“安全门”, 通小室的支路是关闭的。在调节好一定的流量后(由转子流量计指示), 再打开通小室的支路, 关闭“安全门”。每一熏气小室根据试验的计划浓度配上适当大小的流量计(毛细管流量计), 用微型皂膜流量计标定校准。制成大小不一套毛细管流量计, 小的控制流量范围在 0.7—7 毫升/分, 大的在 10—70 毫升/分, 供试验时选用。毒气是在进气管中部弯折处导入气流中。混气箱正面中部有一玻璃窗, 可看到里面的搅拌风扇是否运行。混气箱的作用, 一方面是使毒气和空气充分混合, 另一方面是使气流通过筛孔板时比较均匀, 即起到静压箱的作用。

(四) 光照设备: 每一熏气小室上面安装一盏氙灯, 距离室顶 140 厘米, 功率 6000W。灯管采用水冷却, 即在灯管外有一夹层水套, 内通无离子水, 循环流通, 可带走部分热量。氙灯优点是光照强, 光谱成份比较接近太阳光, 缺点是红外所占比例较大。

三

经一个多月测试和一年余使用, 上述人工熏气室达到了设计要求, 主要性能简介如下:

在测试和使用过程中, 塑料风机运转平稳。当两个熏气小室的盖板阀控制在 1/2 开度时, 小室内平均风速为 0.1 米/秒, 除了在进风方向筛孔板附近 30 厘米以内的风速较高外, 风速变动范围一般为 0.5—1.5 米/秒。风量(空气流量)从实测二氧化硫的流量和浓度间接计算, 1 室为 384 立方米/小时(七次测定平均值, 变动范围 351—408 立方米/小时), 2 室为 382 立方米/小时(十次平均值, 变动范围 321—427 立方米/小时), 两室基本相等, 折合每小时换气次数约 180 余次。按 0.1 米/秒

的风速计算, 气流量为 378 立方米/小时, 与上述测定符合. 这样大的气流量用以保证试验期内室内放置供试植物后, 毒气浓度和相对湿度不致与预定值有大的偏离.

大室内二盏氙灯同时开灯时, 小室内光照强度在离室底 40 毫米高度处平均为 10389 勒克司, 70 厘米高度处为 11087 勒克司, 100 厘米高度为 12135 勒克司.

在不开灯的情况下, 小室内温度、相对湿度和大室的相同. 开灯后, 当大室温度维持 24.5℃, 相对湿度 75% 时(在熏气小室进风口附近测定), 小室内温、湿度在 70 厘米高度的中心点测定, 温度提高约 3℃(27—28℃), 相对湿度下降约 10%(60—70%), 这主要是由于氙灯热量所引起, 小室中心点是在氙灯直接照射下, 而进风口处距离氙灯较远. 同时, 由于与氙灯距离不同, 小室内温、湿度有一垂直分布的差异. 例如, 100 厘米处温度比 70 厘米处高 1.4℃, 70 厘米处温度又比 40 厘米处高 1.4℃.

测试的二氧化硫浓度范围为 0.2—8.4 ppm, 做过植物试验的浓度范围为 0.5—5.0 ppm. 实测二氧化硫的流量和浓度的关系如图 3 所示. 控制流量的毛管流量计用皂膜流量计校正, 测定二氧化硫浓度采用盐酸付玫瑰苯胺比色法.

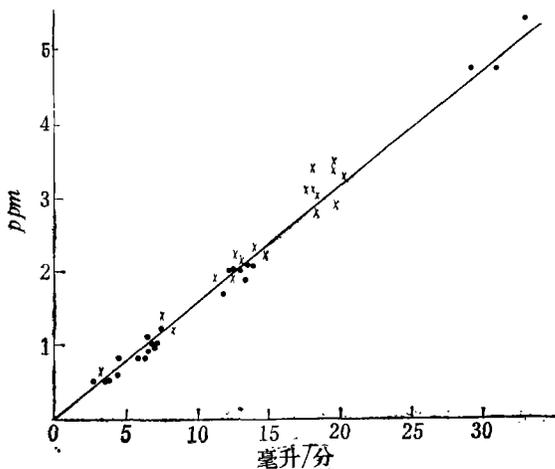


图 3 二氧化硫的流量和浓度的关系

小室内不同层次的 23 个点(包括上下八角、三面距壁 10 厘米处), 分批测定二氧化硫的浓度场, 结果显示小室内空间各点的浓度差异一般不超过 20%. 其中包括取样和测定误差在内. 可以说, 小室内毒气浓度的分布是相当均匀的.

当室温和空气流量有所波动时, 虽然通入毒气流量不变, 也可引起小室内毒气浓度发生变化. 实测结果显示, 在二氧化硫的流量稳定的情况下, 小室内二氧化硫的浓度随时间的波动不大. 例如, 76 年 10 月 15 日从 12 点 50 分到 14 点 20 分这段时间内, 每隔 10 分钟取样测定一次, 共测 9 次, 二氧化硫的平均浓度为 6.2ppm, 波动 < 10%.

四

上述熏气小室设在人工气候室内, 温、湿度的控制和光照设备都是原有的. 在没有这些设备的条件下, 动式熏气小室可以安放在室外, 利用自然光. 在此情况下, 虽然不能控制温度和湿度, 但能比较准确地控制毒气浓度, 熏气试验的这个基本要求是可以达到的. 供试植物处在室内 180 次/小时的流通气流中, 能保证室内温、湿度和室外自然情况的温、湿度相接近, 并能防止小室内植物蒸腾下降、植物体温度升高等现象.

如果把动式熏气小室放在玻璃温室中, 就增加了温度控制这一因素. 温室中进一步控制空气湿度, 也是不难办到的. 人工照光, 则以采用日光灯和白炽灯的适当配合为宜. 氙灯需要灯管冷却装置, 比较难办.

动式熏气室的安放处, 如果存在大气污染, 则应视污染物的种类而增设相应的过滤装置(如活性炭过滤器等). 在我们的温、湿度调控设备中, 装有玻璃纤维过滤器, 可除去空气中存在的尘埃和微量氟污染.

上述小室稍加改装, 亦可用来测定植物的光合作用和呼吸作用的强度.