

云室内人造雾的特征

俞香仁

《气象》1978年第8期曾介绍了国内外室内人工制造云雾主要有三种方法，即与自然云雾生成原理相似的绝热膨胀法、蒸汽冷凝法和机械造雾法。那篇文章介绍了产生云雾的原理和方法，但这些方法造成的雾有何特点？三种方法产生的雾有什么差异？尚未谈到。本文将着重介绍这几种方法造成的雾的特性，作为对上文的补充。

一、绝热膨胀雾的特征

绝热膨胀造雾，采用把密室内湿空气增压到1.2、1.4、1.6、2.0个大气压或更高，然后快速膨胀，使压力降到一个大气压。快速膨胀可视为绝热过程，必然消耗内能，使湿空气温度下降很多，产生水汽过饱和而发生凝结。根据气体绝热过程：

$$P_1 V_1^K = P_2 V_2^K \quad (1)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (2)$$

式中 $P_1 V_1 T_1$ 为膨胀前压力、体积和温度， $P_2 V_2 T_2$ 为膨胀后压力、体积和温度， $K = \frac{C_p}{C_v}$ （空气约为1.4，水汽为1.335）。

经我们计算，假如100米³的云室，开始温度为30°C，增压到2公斤/厘米²的压力，然后膨胀到1公斤/厘米²，那么体积将变成164米³，温度可下降50°C，水汽过饱和度达到2.96—9.14%。这种很短时间内在凝结核上生成的膨胀雾，滴大小比较均匀，直径较小，谱形较窄，平均直径4—8微米。绝热雾的特性见表1和图1。

绝热膨胀雾是密室中湿空气快速冷却而成，但室壁温度却降不了那么快，这样势必产生热交换，使湿空气温度回升，雾很快消散。因此绝热雾在体积不大的云室中存在时间不长，约7—15分钟。

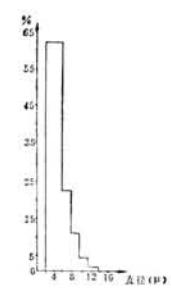


图1 绝热膨胀雾滴谱

二、蒸汽雾（冷凝雾）

给实验室供应水蒸汽，使水汽凝结成滴叫蒸汽雾。

表1 绝热雾特性表

试验次数	浓度(个/厘米 ³)	均立方直径(μ)	含水量(克/米 ³)
1	4000	5.9	0.48
2	3400	5.5	0.30
3	1100	5.7	0.40
4	900	12.0	0.80

如浴室里的雾就是如此。

蒸汽雾的特性一般滴比膨胀雾大，平均直径为4—10微米。最大滴20—30微米；谱比膨胀雾宽，含水量较大，浓度也大。蒸汽雾性质随热水温度和蒸汽温度而异。温度高，产生的雾浓度大，滴直径也大；温度低，滴小，浓度也小。蒸汽雾浓度还与水汽供应的时间长短有关，水汽供应时间长，雾也浓。蒸汽雾特性见表2。

表2 蒸汽雾特性表

试验次数	浓度(个/厘米 ³)	均立方直径(μ)	含水量(克/米 ³)
1	11380	7.2	2.25
2	8080	7.7	1.45
3	3781	11.9	3.39
4	3240	10.3	1.86

供给90°C热水在暖云室中形成的暖雾特性如图2和图3。

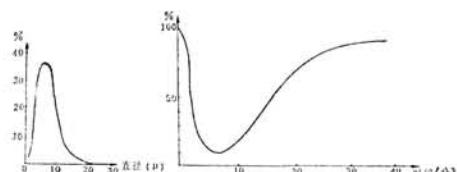


图2 供水形成的暖雾谱

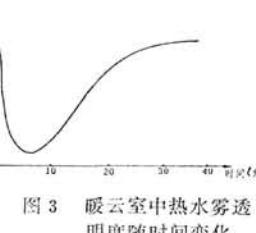


图3 暖云室中热水雾透明度随时间变化

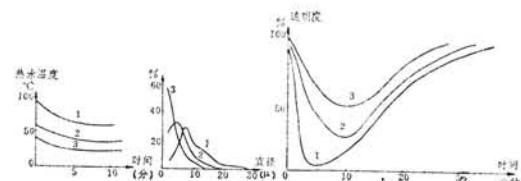


图4、5、6 分别表示不同温度、滴谱、透明度之间的关系

供应的热水温度不同，谱形也不一样，图4、5、6是热水温度、雾滴谱、透明度之间的关系图。

用35—40℃的暖湿空气供给由冰和食盐降温的扩散型冷云室的滴谱特征如图7。

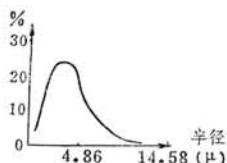


图7 供给35—40℃暖湿空气在扩散型冷云室中的雾滴谱

三、机械造雾

机械造雾是用机械的办法把液态水喷散成小水滴，机械法造雾的雾滴大小，与采用的机械方法有关。机械法造雾的原理有气流分散、离心分散、高压喷孔雾化法等等。象喷滴涕的手抽式喷雾器、喷农药的喷雾器、喷油漆的喷枪以及制造奶粉和洗衣粉的高压喷孔雾化等都能机械成雾。各种工具制造的雾滴谱差异很大。因此，需要什么样的雾，采用什么方法。一般而言，机械法产生的滴比以上两种方法产生的滴要大，谱更宽，大多数滴直径在10—30微米以上，浓度却比较小。由于滴特性与机械本身有关，不能一概而论。国外用4—6公斤/厘米²压力的喷枪喷成的雾特性如表3。

表3 国外用4—6公斤/厘米²压力喷成的雾特性

试验次数	浓度(个/厘米 ³)	均立方直径(μ)	含水量(克/米 ³)
1	2120	9.6	0.54
2	2459	8.7	1.12

国内喷油漆用的喷枪，在4—8公斤/厘米²的压力下喷成的雾滴谱见图8。这种喷枪如提高压力，减

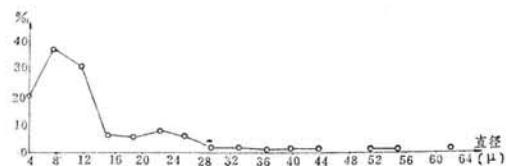


图8 油漆喷枪造雾滴谱 空气压力：4公斤/厘米²
水流量：0.3—0.4公斤/分 取样距：2米

小喷孔，滴直径可减小，如喷搪瓷的小喷枪，滴就小一些。

一般的喷枪都用气流粉碎成小滴，因此造雾时要加进外来空气，不太适用于较纯净的造雾试验。用制奶粉和洗衣粉的高压喷头，是把水直接加高压120—200公斤/厘米²的方法雾化，没有外来空气污染。这

种机械喷孔直径0.7—0.8毫米，流量约1公斤/分钟，滴直径10—30微米为主。图9是用高压泵造雾，取样距离不同的雾滴谱特征。距离远，滴较大，距离近，滴较小，这是由滴的惯性和空气阻力所造成的。这种方法造雾也与压力大小和喷孔直径有一定的关系。

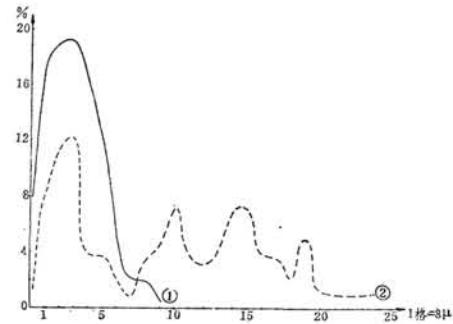


图9 高压泵造雾滴谱
①孔直径0.85毫米，压力190公斤/厘米²，取样距30厘米
②孔直径0.85毫米，压力200公斤/厘米²，取样距100厘米

四、室内造雾的存在时间

室内制造出的雾，存在时间长短与造雾技术、云室结构和体积有一定的关系。造出的雾随时间变化是小滴因蒸发愈来愈少，大滴也因沉降而下落，中间大小的滴存在时间相对较长。图10是暖云室中人造雾滴谱随时间的变化。

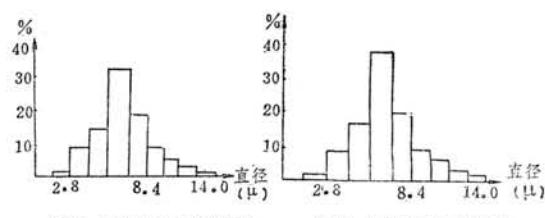


图10 暖云室内不同时间的滴谱

室内云雾消散的一个重要原因是雾滴向室壁沉降。云室体积愈大，壁影响愈小，要得到较长时间的雾，体积就要大。但体积大设备笨重，造价高，因此两者必须兼顾。体积0.5米³的云室，雾存在时间约10分钟；体积3—4米³的云室，雾存在时间约15—20分钟；体积100米³的，存在时间约30—60分钟。

雾存在时间还与云室温度有关，温度低存在时间长。庐山2.7米³的暖云室，温度在10℃，热水温度约95℃，混合室温度22℃时，雾存在时间约15—20分钟。

三种造雾法，雾消散较快的是绝热膨胀雾，原因是室壁温度高，从而使空气增温而消散。