

# Analysis of the Physical Principle of Fog and Haze Formation

Yongquan Han

Chawu Railway Middle School, Huairou District, Beijing  
Email: [hl8301@sina.com](mailto:hl8301@sina.com)

Received: Apr. 5<sup>th</sup>, 2014; revised: Apr. 29<sup>th</sup>, 2014; accepted: May 6<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The fog and haze formation is the result of natural activity, science and technology, and human activity. This year President Bai Chunli of NPC and CPPCC CAS indicates the reasons of the fog and haze in answering related problem, which are combustion, vehicle exhaust, and dust. But the reasons of the second outbreak of pm2.5 are complex, including some chemical reaction. In fact, the reasons of the fog and haze are: 1) the accumulation of the fog and haze, namely the results of combustion, automobile exhaust, and dust effects; 2) the fog and haze particles' upward momentum—hot-air upward movement and wireless communication, namely the electromagnetic wave net sports; 3) no sustained wind. These three conditions indispensable lead to persistent fog and haze weather, and the second outbreak of pm2.5 results from the above three conditions together.

## Keywords

Fog and Haze, Electromagnetic Wave, Radiation, pm2.5

---

# 雾霾形成的物理解析

韩永全

怀柔区茶坞铁路中学, 北京  
Email: [hl8301@sina.com](mailto:hl8301@sina.com)

收稿日期: 2014年4月5日; 修回日期: 2014年4月29日; 录用日期: 2014年5月6日

## 摘要

雾(灰)霾的形成是自然活动、科技、人类活动的结果。今年两会中科院院长白春礼在回答相关雾霾问题时指出，雾霾的三大“源”凶：燃烧、汽车尾气、扬尘，但是pm2.5的第二次爆发原因很复杂，包括一些化学反应。其实，雾霾形成的原因是：1) 雾霾颗粒的积累，即燃烧、汽车尾气、扬尘作用的结果；2) 雾霾颗粒向上的动力——热空气向上运动，无线传播，即向上运动的电磁波网；3) 无持续风向。三个条件都具备才会爆发持续的雾霾天气，缺一不可，pm2.5的二次爆发正是上述三个条件共同作用的结果。

## 关键词

雾霾，电磁波，辐射，pm2.5

## 1. 引言

雾霾(wù mái，英语表达为 smog/haze)是雾和霾的组合词。雾霾现象常见于城市。中国不少地区将雾并入霾一起作为灾害性天气现象进行预警预报，统称为“雾霾天气”。雾霾天气是一种大气污染状态，雾霾是对大气中各种悬浮颗粒物含量超标的笼统表述，尤其是 pm2.5(粒径小于 2.5 微米的颗粒物)被认为是造成雾霾天气的“元凶”。雾霾的源头多种多样，比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘、垃圾焚烧，甚至火山喷发等等，雾霾天气通常是多种污染源混合作用形成的。诚然雾霾的源头多种多样，一般来说雾霾颗粒的密度大于空气的密度，如果没有其他原因雾霾也不会笼罩在上空，应该是沉淀在空气的最下端被地球表面吸收。为什么形成雾霾的颗粒会笼罩在上空呢？是形成雾霾颗粒的运动。

## 2. 无线传播——雾霾形成的帮凶之一

我们来分析一个事实——雾、霾的形成一般都在夜间或清晨，固然清晨、夜间有雾、霾形成的独特条件，但是我们也不能否认，夜间、清晨太阳光线弱(即光压对雾霾颗粒作用弱)，当太阳在中午仍然不能下压雾霾颗粒时，雾霾将可能持续较长的时间，光是电磁波已是众所周知常识，也就是说，电磁波能影响雾霾的形成。无线传播才是雾霾颗粒悬浮的支撑者之一。我们知道，无线传播是电磁波粒子在空间各个方向运动的结果。众所周知雾霾发生在人口密度较大的城市，为什么会这样呢，原因之一就是无线传播。在人口密集的大城市，电磁波发生器较多、并且功率较大，再加上几乎没人都有手机——小型的电磁波发射器。这样必然会形成密集的、较强的电磁波网，并且电磁波是运动的，有推动粒子运动的功能，还有托起粒子的功能。这个电磁波网在冷空气活动偏弱，风速小、形成稳定类大气的情况下托起形成雾霾的颗粒，从而形成雾霾。以城市为中心，远离人口密集的大城市，这个电磁波网的密度、强度减弱，不足以托起形成雾霾的颗粒，便不容易形成雾霾。打个比方，就像电荷形成的电场的规律一样，远离电荷中心的电场强度较弱、作用力弱是同样的道理。

pm2.5 及小于 pm2.5 的颗粒是雾霾成分之一，并且是危害人类健康的主要成分。pm2.5 颗粒的密度一般来说是大于空气的密度应该是下沉的，并且颗粒越小其密度越大(大颗粒是由小颗粒组合而成的)，小于 pm2.5 的颗粒更不应该悬浮在空气中。是什么原因使 pm2.5 及小于 pm2.5 的颗粒悬浮在空中呢？无线传播是帮凶之一。诚然雾霾的形成和空气的湿度、空气的流动性等有关，但是和无线传播息息相关。

空气的湿度一般来说是由于水蒸气造成的，我们知道水蒸气的密度是小于空气的密度的，晴天的大

气压高于阴天的大气压也可以从侧面说明这一客观事实。所以说，水蒸气的运动也是向上的，只有水蒸气液化为小液滴，小液滴的运动是向下的。由此可以得出：空气的湿度对雾霾的形成是双重的，当影响空气湿度是水蒸气时，水蒸气的作用是托起形成雾霾的颗粒，当影响空气湿度是小液滴时，小液滴使形成雾霾的颗粒下沉。得出结论：应该是夜间和白天雾霾有明显的变化，然而事实并非如此，即使有变化也不明显。雾霾经常出现在人口密集的大、中城市，在城市周边减弱是客观事实。空气的流动雾霾消失，就是流动到人口稀疏无线传播强度弱的地方雾霾颗粒下落的结果，所以让我们不能不猜测雾霾极可能是无线传播托起的，即向上运动着的电磁波“托”住了雾霾颗粒[1]。天然实验证据：我们再来分析一个事实——雾、霾的形成一般都在夜间或清晨，固然清晨、夜间有雾、霾形成的独特条件，但是我们不能否认，夜间、清晨太阳光线弱(即光压对雾霾颗粒作用弱)，当太阳在中午仍然不能下压雾霾颗粒时，雾霾将可能持续较长的时间。通过近两年的观察，持续雾霾通常情况下，中午要比早上、晚上轻一些。光是电磁波已是众所周知常识，也就是说，电磁波能影响雾霾的形成。

从驱散雾霾的条件看电磁波的作用：雾霾形成之后，驱散雾霾的自然条件：刮风、下雨、下雪、光照(即光压的作用)，刮风对电磁波粒子的运动状态影响不大，但是对雾霾颗粒的影响较大，改变雾霾粒子原来几乎竖直运动的状态，而驱散雾霾；下雨、下雪对电磁波粒子的运动状态影响也不大，但是由于小液滴、小冰晶能增大雾霾颗粒的重力，使电磁波粒子的“能力”不足以托起雾霾颗粒，而使雾霾消失；光压给雾霾粒子的压力能抵消人为电磁波粒子(即无线传播)对雾霾粒子的向上的拖力，而使雾霾消失。

由上述分析可知，雾霾是科技进步带来的负面影响的一个侧面，无线传播可能是雾霾形成的原因之一。人类应用科技造福的同时，也应该考虑科技带来的负面影响，权衡用之。

### 3. 地球的平均气温在降低、低空气温在升高——雾霾形成的原因之二

#### 3.1. 影响地球较低空气的辐射在加强

我在科学智慧火花栏目发表的《影响地球气温变化的主要因素是地球的辐射》任何物理都在辐射，辐射使物体的质量减少。物体由于辐射减少的质量与物体的密度、热力学温度、表面积、时间的乘积成正比。数学表达式， $m = B \times \rho \times T \times S \times t$ ，其中B是比例常数， $\rho$ 是物体密度，T是热力学温度，S是物体表面积，t是物体辐射的时间。由辐射的数学表达式得出：温度大于热力学温标零度的物质都会辐射。也就是说，辐射的强弱和辐射源的密度、温度、表面积有关，密度、温度、表面积越大辐射越强。地球的密度远远大于地球周围环境的密度，而地球的温度、表面积和地球周围的环境相当，并且其平均温度或大于地球周围环境的温度(因为地球内部的温度很高)。所以说，地球本身的辐射一定远大于地球接受的辐射，换句话说，地球本身的辐射是影响地球的气温主要因素[2]。

我在科学智慧火花栏目发表的《地球的质量、半径在减小，而密度在增大》辐射是物质内部微观粒子由于能量的交换，使得一些粒子对相互绕转速度变小、绕转半径变大、质量变小(速度是质量大小的量度)、密度变小，引力变小脱离母体向外部空间传播；根据能量守恒和质量守恒定律推测，相反地，必有一些粒子对相互绕转的速度变大、绕转半径变小、质量变大，密度也变大和母体的引力变大，收缩在物质内部。也就是说，密度变小的微观粒子发射到外部空间，密度变大的仍在物质内部，所以说由于辐射，不仅是地球的质量在减小，密度在增大，所有物体都会由于辐射质量在减小，密度在增大。由辐射的数学表达式： $m = B \times \rho \times T \times S \times t$ 可知，地球的密度增大辐射增强，虽然表面积减小，总的辐射能力下降，对高空气温的影响减弱，但是对低空气温是增强的。所以低空气温在升高，低空气温在降低。

我对地球气温变化规律的推断和中科院科技动态选登的《自然》子刊综览——《自然 - 气候变化》发表的“南北半球温度关联性或被高估”，有异曲同工之效(他们最终认为：气候预测的考虑必须将内部

变量纳入), 我认为, 他们所说的内部变量就是地球内部的辐射, 这一观点能解释该文疑惑——Raphael Neukom 等人利用南半球的 277 份陆地数据记录和 48 份海洋数据记录重建了 1000 年到 2000 年间的温度波动, 并将其同已公布的北半球重建数据和 1850 后的仪器记录分别进行对比。他们发现同南半球相比, 北半球在 1000 年到 1850 年间的温度变化范围更大。水的比热容最大, 地球内部辐射的能量在水域宽广的地域更容易被吸收, 能得出结论: 北半球在 1000 年到 1850 年间的温度变化范围更大。所以自然杂志相关报道(中科院科技动态转载)原文如下: 一项针对过去一千年南半球气温的重现研究采用了比之前研究多一倍的数据记录, 关注了南北半球之间的温度波动差异。这项研究发表在《自然 - 气候变化》杂志上, 据其报告称, 现在(从 1974 年起)的温暖期是过去一千年的唯一时期, 在这段时间里南北半球都经历了同步的变暖异常。

古气候温度记录是以北半球的重现为主。Raphael Neukom 等人利用南半球的 277 份陆地数据记录和 48 份海洋数据记录重建了 1000 年到 2000 年间的温度波动, 并将其同已公布的北半球重建数据和 1850 后的仪器记录分别进行对比。他们发现同南半球相比, 北半球在 1000 年到 1850 年间的温度变化范围更大。

这样的研究表明, 目前的气候模型低估了内部变量的影响比如海洋大气动力学在以海洋为主的南半球中的作用等, 从而高估了南北半球温度的关联性。这些影响对温度变化起到缓冲作用——其变化相对北半球有所推迟——但滞后期并不连续。他们认为, 气候预测的考虑必须将内部变量纳入[3]。

任何物体都在辐射, 并且辐射使物体的质量减少。物体由于辐射减少的质量与物体的密度、热力学温度、表面积、时间的乘积成正比。数学表达式,  $m = B \times \rho \times T \times S \times t$ , 其中  $B$  是比例常数,  $\rho$  是物体密度,  $T$  是热力学温度,  $S$  是物体表面积,  $t$  是物体辐射的时间。由辐射的数学表达式得出: 温度大于热力学温标零度的物质都会辐射。

作为质量标准的模型, 118 年质量消失 50 微克。下面我们根据这一客观事实粗略推算一下比例常数  $B$ 。由于作为千克标准的模型是: 高和直径都是约 39 毫米的圆柱, 我们容易推算出它的密度和表面积,  $\rho = 21475$ ,  $S = 0.0072$ , 为了方便, 取  $T = 300 \text{ k}$ , 推算出:  $t = 372124800$ ,  $m = 0.00000005$ (都是国际标准单位制), 进而计算出:

$$B = m/\rho \cdot T \cdot S \cdot t = 0.00000005/21475 \times 300 \times 0.0072 \times 372124800 = 2.9 \times 10^{-21} \quad [4] [5]。$$

### 3.2. 太阳对地球气温的影响

同样的道理, 即类比推理, 太阳的辐射使太阳的质量、半径在减小, 而密度也在增大。我们知道: 恒星最后变成中子星的客观事实——中子星的质量、体积虽然没有原恒星的大, 但是密度却变得很大, 是自然规律对我的观点的佐证。也就是说, 太阳对地球气温的影响是随着时间的推移在逐渐减弱, 影响显著的是高空气温。所以说, 地球的平均气温在降低、低空气温在升高。

### 3.3. 地球的平均气温在降低、低空气温在升高——雾霾形成的原因之二

我们知道, 在垂直方向热空气总是向上流动的, 热气球是很好的例证。形成地球的平均气温在降低、低空气温在升高, 在冬春、春夏、秋冬交替的时节之内, 温度适宜时(冷、热空气交流波动较大、空气湿度也较大), 热空气向上流动, 在流动的过程中, 向上“托”住雾霾颗粒停在上空或带动雾霾颗粒向上运动而形成雾霾。

## 4. 雾霾成原因——自然规律、科技、人类活动共同作用的结果

雾(灰)霾的形成是自然活动、科技、人类活动的结果。今年两会中科院院长白春礼在回答相关雾霾问

题时指出，雾霾的三大“源”凶：燃烧、汽车尾气、扬尘，但是 pm2.5 的第二次爆发原因很复杂，包括一些化学反应。其实，雾霾形成的原因是：1) 雾霾颗粒的积累，即燃烧、汽车尾气、扬尘作用的结果。2) 雾霾颗粒向上的动力——热空气向上运动、无线传播，即向上运动的电磁波网。3) 无持续风向、雨、雪出现。三个条件都具备才会爆发持续的雾霾天气，缺一不可，pm2.5 的二次爆发正是上述三个条件共同所用的结果。雾霾成因分析如下。

#### 4.1. 雾霾颗粒的积累

白春礼院长在今年两会回答有关雾霾问题时说，经过两年的研究基本确认雾霾的三大“源”凶：燃烧、汽车尾气、扬尘。我的观点是这三大“源”凶中的燃烧、汽车尾气等是雾霾形成的积累阶段，并且雾霾颗粒的积累主要在冬季，因为在冬季除了通常的——燃烧、汽车尾气等，还增添了取暖的燃烧。可以说三大“源”凶时刻都在产生雾霾颗粒，为什么雾霾不能随时形成呢？我通过研究分析认为，雾霾颗粒的密度比空气的密度大，多数雾霾颗粒形成后即下落，被大地“收藏”——积累，所以一般情况下不会形成雾霾。

#### 4.2. 形成雾霾天气动力解析

由于地球、太阳辐射强度以及辐射量的变化，地球上气温变化必然是——平均气温在下降、低空气温在升高，即形成低空气温升高、高空气温下降。地球对气温的影响短时期内(例如一年)基本是恒定的，但是总趋势是——低空气温升高、高空气温下降。冬、春交替时节，太阳影响空气温度的变化显著，气温回暖，低空气温升高更为明显，热空气向上运动为冬季积累的雾霾颗粒上升提供了向上的动力之一。就像热气球一样，我们不点燃蜡烛产生向上流动的热空气，热气球是不会悬浮在空中，同样雾霾颗粒没有热空气向上的运动也不会悬浮在空中形成雾霾。二月末三月初，民工进城人员显著增多，导致城市人口密度增大，加剧了城市及周边电磁波的强度。我在科学智慧火花栏目发表的《无线传播——雾霾形成的帮凶之一》雾霾颗粒必须运动或有运动的趋势才能悬浮在空中形成雾霾。不仅向上流动的热空气使雾霾颗粒运动，无线传播也起到推波助澜的作用。由于电磁波(任何物体都在辐射——发射电磁波，只是强弱不同。燃烧、化学反应等都加速电磁波的辐射，有助于雾霾的形成)。强度、密度增大，这样无线传播也为雾霾颗粒的向上运动提供了比原来更大的动力，“帮助”雾霾颗粒悬浮在空中形成雾霾。

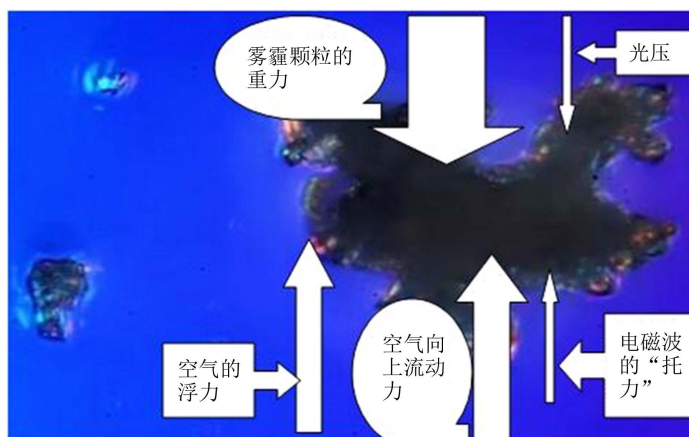
#### 4.3. 无持续风向、雨、雪出现

雨、雪天气下压雾霾颗粒，使雾霾无法形成显而易见，这里不再赘述。无持续风向能保证热空气持续稳定地向上流动，这样雾霾颗粒在向上流动的热空气、无线传播的共同作用下，才能向上运动并悬浮在空中形成雾霾。尤其在春季，由于在冬天积累到地表面的大量雾霾颗粒，大量的雾霾颗粒在热空气、无线传播、无持续风向共同作用下便形成比较严重的雾霾天气。白春礼院长提出的 pm2.5 的第二次爆发原因很复杂，我认为热空气、无线传播是复杂原因中最重要的原因之一。持续风向为何能破坏雾霾的形成呢？1) 刮风对电磁波粒子的运动状态影响不大，但是对雾霾颗粒的影响较大，改变雾霾粒子原来几乎竖直运动的状态，而驱散雾霾；2) 空气是流体，根据伯努利方程： $p + \rho gh + (1/2)\rho v^2 = C$ ，式中  $p$ 、 $\rho$ 、 $v$  分别为流体的压强、密度和速度； $h$  为铅垂高度； $g$  为重力加速度，空气流动(即刮风) $v$  增大， $p$  减小，即某一位置造成向上的压强减小，即浮力减小，这样雾霾颗粒必做类平抛运动，从而雾霾消失。

#### 4.4. 解析冬季、夏季为何不易出现雾霾天气

在冬季平均气温较低，低空气温也较低，空气向上流动较弱，无线传播、空气向上流动的力量不足以托起雾霾颗粒。虽然雾霾颗粒刚形成时也较热，像热气球一样有向上运动的趋势或向上运动，但是由

于冬季气温低，雾霾颗粒迅速变为低温颗粒，而无法向上运动或运动。我们知道，一般来说雾霾颗粒的密度比空气大，这样雾霾颗粒便下落被大地被“收藏”。在夏季热空气向上运动较强，热空气的运动和无线传播一起将生活、生产过程中的产生的雾霾颗粒及时送到高空，我们知道，地球是球体离地心越远，空间扩大特别快，稀释了雾霾的浓度，虽然雾霾颗粒最终也下沉，但是范围广、浓度小不易形成雾霾；还有冬天积累在地球表面的雾霾颗粒在春季雾霾天后大大减少。也就是说，冬季使雾霾颗粒下沉、夏季使雾霾颗粒上升而不能形成雾霾，并且冬季积累雾霾颗粒大于夏季积累的雾霾颗粒，所以一般来说春季雾霾要比秋季严重。图解如下：



图示说明：在冬季，雾霾的重力与光压向下的合力，大于空气的浮力、空气向上的流动力、电磁波的“托力”，不能形成雾霾，是雾霾的积累阶段；在夏季，由于热空气向上的流动力较大，空气的浮力、电磁波的“托力”、空气向上的流动力向上的合力大于雾霾的重力和光压，雾霾颗粒上升到高空被稀释、分解，也不能形成雾霾。只有在春季、秋季向上的合力和向下的合力在较低空能平衡，在没有风、雨雪的情况下，雾霾颗粒漂浮在较低的空间形成雾霾天气，并且春季的雾霾天气以灰霾为主，秋季形成的雾霾天气以“浓雾”为主。其实，雾霾形成的原理类似于热气球形成的原理。

#### 4.5. 自然规律、科技、人类活动的结果

由上述分析我们知道，由于地球、太阳辐射的变化对气温的影响——低空气温在升高，高空气温在降低。即地球、太阳发展变化的结果造成雾霾形成的动力之一，并且形成这一动力提前，使得季风变化还没有到来，为雾霾的形成创造了条件；科学技术的发展，尤其是无线传播的强度、密度的增大，助推雾霾的形成；人类活动产生了雾霾颗粒，雾霾颗粒在条件成熟时——低空、高空温差增大，无线传播的助推，雾霾便形成了。简而言之，在冬季产生的雾霾颗粒及时下沉，被吸附在地表面；在夏季产生的雾霾颗粒及时上升到高空被稀释、被分解。

#### 5. 结论

雾霾是自然界、人类社会发展的产物。首先，是人类的生产活动形成了雾霾颗粒，其次，是地球气温的变化为雾霾的形成提供了动力；电磁波向上的网动助推了雾霾的形成。雾霾形成是雾霾颗粒的积累，即雾霾颗粒不能及时扩散到高空稀释、分解，而是停留在空气的低端或地球的表面。在条件适宜时(如春季、秋季)在电磁波、气流的共同作用下，将雾霾颗粒托起一定的高度形成雾霾天气。夏季空气上下对流强，雾霾颗粒能及时被送到空气的高端被稀释、分解，不能形成雾霾；冬季空气上下对流的弱，雾霾颗粒及时下落，吸附在地球的表面，不能形成雾霾。

## 参考文献 (References)

- [1] 韩永全 (2014) 无线传播——雾霾形成的帮凶之一. 中国科学院科学智慧火花.  
<http://idea.cas.cn/viewdoc.action?docid=14779>
- [2] 韩永全 (2013) 影响地球气温变化的主要因素是地球的辐射. 中国科学院科学智慧火花.  
<http://idea.cas.cn/viewdoc.action?docid=8896>
- [3] 张笑 (2014) 自然子刊综览, 中国科学院科技动态.  
[http://www.cas.cn/xw/kjzm/qkzl/201404/t20140416\\_4091616.shtml](http://www.cas.cn/xw/kjzm/qkzl/201404/t20140416_4091616.shtml)
- [4] 韩永全 (2013) 地球的质量、半径在减小, 而密度在增大. 中国科学院科学智慧火花.  
<http://idea.cas.cn/viewdoc.action?docid=8528>
- [5] Han, Y.Q. (2013) The radiation and relationship of mass change. *Bulletin of the American Physical Society*, **58**.  
<http://meetings.aps.org/Meeting/APR13/Event/192515>