



中国科协学会学术部 编

城市大气环境与健康

新

观点新学说学术沙龙文集

77



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

014035794

X503.1

19

新观点新学说学术沙龙文集 77

城市大气环境与健康

中国科协学会学术部 编



中国科学技术出版社

·北京·



北航

C1723094

014032734

图书在版编目 (CIP) 数据

城市大气环境与健康 / 中国科协学会学术部编.

——北京: 中国科学技术出版社, 2013. 9

(新观点新学说学术沙龙文集 77)

ISBN 978-7-5046-6434-1

I. ①城… II. ①中… III. ①城市环境—大气环境—
关系—健康 IV. ①X503.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 223907 号

选题策划 赵 晖
责任编辑 赵 晖 夏凤金
特约编辑 王少霞
封面设计 照 心
责任校对 王勤杰
责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
投稿电话 010-62103182
网 址 www.cspbooks.com.cn

开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 170 千字
印 张 9
印 数 1-2000 册
印 次 2014 年 3 月第 1 版
版 次 2014 年 3 月第 1 次印刷
印 刷 北京长宁印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6434-1/X·118
定 价 18.00 元

如有缺页、倒页、脱页, 请与本社发行部联系调换。

014035794

X503.1

19

新观点新学说学术沙龙文集⑦

城市大气环境与健康

倡导自由探究
鼓励学术争鸣
活跃学术氛围
促进原始创新

中国科学技术出版社

·北京·



北航

C1723094

序

城市大气污染是当前我国面临的一个严峻的环境问题，是无数城市居民想躲又躲不开的现实。2013 年新年伊始，我国中东部地区经历了连续多次的大气重污染过程，污染波及我国中东部、东北及西南共计 10 省市自治区，受影响人口达 6 亿~8 亿，其中污染最严重的是京津冀区域（北京市 PM_{2.5} 最高浓度逼近 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），对城市大气环境质量、大气能见度、居民健康等造成巨大影响，并在一定程度上引发了公众的恐慌，也为我国以牺牲环境为代价的经济发展模式敲响了警钟。

目前，大气环境污染已成为影响居民健康的重要公共卫生问题。以 PM_{2.5} 为例，现有研究证实，PM_{2.5} 污染提高了人群罹患或死于呼吸系统疾病和心血管系统疾病的风险。2012 年 12 月在医学期刊《柳叶刀》上发表的《全球疾病负担报告（2010）》显示，2010 年东亚地区由于大气 PM_{2.5} 污染带来的疾病负担排名第四位（位于高血压、吸烟、不良饮食习惯之后），说明了控制 PM_{2.5} 污染的重要性和紧迫性。除 PM_{2.5} 外，大气环境中还存在多种值得关注的污染物，如 SO₂、NO_x、多环芳烃、汞、挥发性有机污染物、有机硝酸酯或有机胺等，尽管我们在科学上还有很多需要解决的问题，但已有研究表明它们可对人体健康产生重要影响。

大气污染防治的科学决策需要以科学研究为基础，相关健康影响研究是大气污染防治的最重要的决策推动力。然而，由于长期缺乏系统的、持续的、前瞻性的大气污染和健康关系的研究，至今还拿不出可反映我国整体情况的、具有广泛代表性的大气环境污染健康影响相关数据或结论。为此，中国科协学会学术部以“城市大气环境与健康”为主题召开第 77 期新观点新学说学术沙龙，旨在交流城市大气质量管理、城市大气污染防治与健康风险控制相关的新观点、新思考，探讨未来我国在城市大气与健康领域亟待解决的科学问题，并促进相关领域研究的交叉和融合。

来自大气科学、环境科学、流行病学等多领域、多学科的 30 余位专家学者参加了本次沙龙，围绕大气环境与健康相关话题，在宽松、自由的交流平台上进行了深度探讨。此文集是根据各位同志在沙龙上交流、互动的发言内容整理的，集中展示了在沙龙探讨和质疑中形成的一些有价值的观点，在作为各位参与者的一份收获的同时，

也可供更多的同志分享。但由于沙龙时间有限，且参与者不是长篇、全面地论述，疏漏与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。值此文集出版之际，作为本期沙龙的领衔科学家，衷心感谢各位专家学者的积极参与，感谢中国科协的关注和支持，感谢中国环境科学学会对本次沙龙所作出的努力。

ISBN 978-7-5046-6434-1

唐孝炎 魏复盛 郝吉朋

2013年7月1日

2013年6月14日上午 目 录

会议地点

我国大气污染与居民健康风险——现况和展望	阚海东 (2)
大气颗粒物暴露的分子生物学研究的必要性	魏永杰 (17)
我国 PM2.5 环境质量基准研究中存在的问题与建议	张文杰 (21)
关于环境与健康管理模式和中长期研究的思考	程红光 (28)
对严重危害健康的柴油机排放, 尽快加强污染防治	胡京南 (31)
有机污染物人体暴露与健康效应——以华北地区为例	邱兴华 (35)
对大气复合污染环境效应的思考	贺 泓 (43)
中国 PM2.5 的特征及其与美国 PM2.5 的差异	郑 玫 (50)
健康研究是大气污染控制的最重要的推动力	贺克斌 (56)
大气环境污染与健康损失核算	於 方 (66)
修改大气法应该注意的几个问题	杨朝飞 (72)
大气环境污染控制需要耐心	郝吉明 (91)
从电煤消费看我国煤炭消费结构及大气环境保护	王 圣 (93)
长三角空气污染对城市居民的健康风险	程金平 (96)
北京市主要大气污染物浓度的历史变化趋势及 PM2.5 浓度特征	李润奎 (99)
控制常规工业污染排放是否能有效控制 北京大气污染相关的健康风险?	黄立辉 (106)

专家简介 (110)

部分媒体报道 (121)

目 录

(5) 袁成刚 颗粒物污染——环境健康风险评估

(17) 杰永麟 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(21) 杰文彬 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(28) 朱立群 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(31) 南京路 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(32) 李兴平 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(43) 袁 颖 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(50) 赵 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(56) 赵文贤 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(66) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(75) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(81) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(83) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(86) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(90) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(90) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

(100) 李 强 颗粒物污染与健康风险的定量评估

会议时间

2013年6月14日上午

会议地点

北京华电集团高级培训中心报告厅

主持人

魏复盛

魏复盛：

欢迎大家参加中国科协第77届新观点新学说学术沙龙，这次沙龙由中国环境科学学会承办，主题是“城市大气环境与健康”，将大家邀聚一堂，探讨城市大气质量管理、城市大气污染防治与健康风险控制相关的新观点、新思考，以及未来我国在城市大气与健康领域亟待解决的科学问题。

在各种媒体上，我们经常会看到空气污染严重时医院门诊病例增加、呼吸系统疾病高发、大城市肺癌发病率和死亡率升高与空气污染有关的类似报道，而去年年底、今年年初给人们造成恐慌的雾霾天气，更是让空气污染与健康问题受到广泛而深入的讨论。这次沙龙，我们希望每位参与者能够把自己的一些想法展示出来，各抒己见、平等交流、争辩质疑、互相启发，既作贡献又能得到一些收获，得到一些有价值的东西。

我国大气污染与居民健康风险——现况和展望

◎ 阚海东

我从大气污染和流行病学的角度和各位老师探讨一下我国大气污染和居民健康风险的现状、将来，以及未来我们能做什么？

人口加权后，我国 PM_{2.5} 的年平均浓度大约是 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。我国一些城市的人口密度特别大，大气污染水平是全世界比较高的。我国大气污染物的浓度在过去的 15 年内，PM_{2.5} 有所上升。另外一个重要的数据显示，我国也是臭氧污染严重的区域之一。

我国在大气污染与健康的流行病学研究方面做了哪些工作呢？我把它分为急性效应研究、慢性效应研究和干预性研究。急性效应和慢性效应研究都是观察性流行病学研究，流行病学上还有一种干预性研究（北京大学的研究团队在北京奥运会前后做了一个非常漂亮的干预性研究，取名为 heart）。下面就我比较熟悉的观察性流行病学研究，向各位老师汇报一下我国空气污染的急性效应研究和慢性效应研究。

五六年前开展了一项急性健康效应研究“亚洲空气污染与健康效应”，是比较早期的工作，虽然叫亚洲，但只包括我国三个城市（上海、香港、武汉），还有一个是曼谷。调查了大气污染对居民的健康危害（这里的健康危害，是指污染物每变化一定单位，比如说变化 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，居民中的某些健康反应）。结果显示，在曼谷，单位污染物浓度健康危害比我国的城市大得多，不同城市、不同国家和不同区域的 PM₁₀ 成分和来源也不同。

我们最近做了我国 17 个城市大气污染对居民急性健康效应影响的研究，覆盖了我国大气污染的主要城市。有哪些比较有意思的发现呢？可以说，这个研究第一次提出全国水平的各种污染物的暴露与反应关系，从人群角度探索阈值是否存在。我国这么大，不同区域大气污染特征存在比较大的差异，人群健康危害在区域上有什么差异呢？PM₁₀ 是我国主要监测的大气污染物，我们发现，无论是

对于居民的总死亡率、心血管疾病死亡率，还是呼吸系统疾病死亡率，PM₁₀ 每增加一定单位，会导致居民死亡增加 0.3% ~ 0.5%。我们把全国污染物对居民健康危害的暴露反应关系曲线合并到一起，我国的 PM₁₀ 日平均标准是 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，低于这个数值的范围内，污染水平的上升导致居民产生健康反应的风险还是直线上升的趋势。我们还分析了在我国什么样的居民对空气污染更加敏感，研究对象按性别、年龄和教育程度（教育程度往往可以反映我们的社会经济状况）划分。我们发现，在我国，女性、老年人以及社会经济状况较差的人对污染反应更加敏感。污染来了，社会经济状况比较差的人的反应是更加不愿意呆在室内，也没有更好的能力去医院看病。我国那么大，污染程度千差万别，不同区域之间居民对污染的反应是不是也有差别呢？我们在中国地图上画一条直线，一端是广州和福州，另一端是兰州和乌鲁木齐。福州和广州是污染较低的城市，兰州和乌鲁木齐是相对较高的。但是对于健康危害来说，广州和福州远远比兰州和乌鲁木齐高，好像东南部的这些城市，单位污染物健康污染危害相对较低，这就提出空气质量分区、分阶段管理的可能需要。

这个区域差异的原因是什么？我想从三个角度来解释。从污染的层面来看，不同城市的污染浓度水平、成分和来源存在不同。从居民健康角度来看，是不是我国南方人对污染敏感？还是北方人对污染敏感？还有就是暴露特征，人类 90% 的时间在室内的，室外污染物如何穿透到室内？室内外活动时间比例和穿透特征也可以影响地区差异。

前一段时间我们和清华大学合作进行了一项研究，探索我国健康危害的区域特征：PM 从室外到室内穿透的影响。我们定义一个参数叫暴露系数，表示室内和室外的暴露变化程度。图 1 是不同城市的 PM₁₀ 暴露系数与健康效应系数的关系。基本上来说，环境监测站监测到的污染物浓度低于人的真实暴露水平，暴露系数差异是 PM₁₀ 健康效应差异非常好的解释。我国不同城市，污染物健康效应从年头到年尾时间有什么变化趋势呢？我们发现，北方城市污染物在夏天是特别明显的，这个也是可以理解的，在北方城市的冬天，由于集中供暖，房间窗户关着，所以污染物很难到室内，但是到夏天窗户是打开的。南方城市有关闭门窗的习惯。所以我国不同区域城市、不同季节的污染反应是不一样的。总的来说，我国 PM₁₀ 的健康效应存在冬夏高、春秋低的季节趋势。

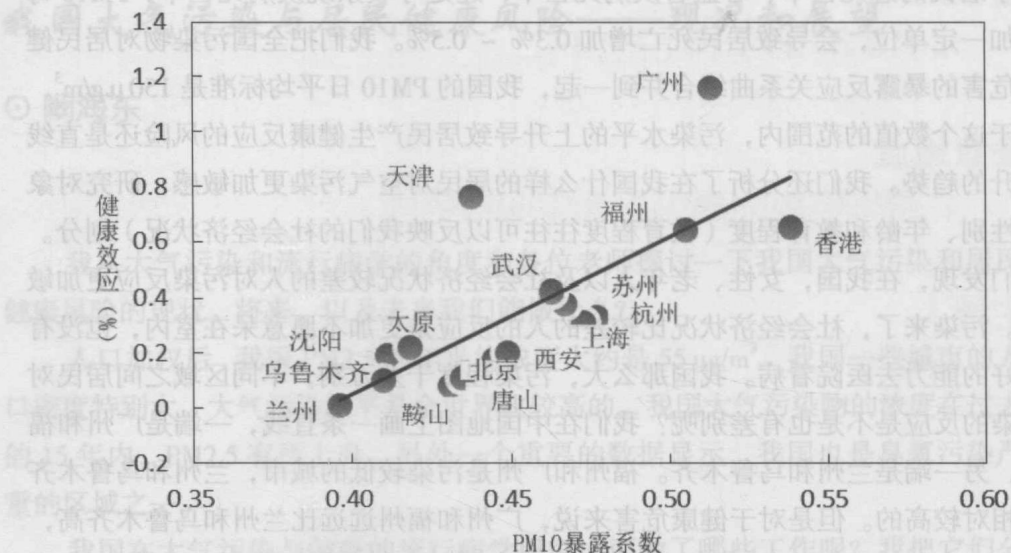


图1 不同城市 PM10 暴露系数与健康效应系数的关系

在我国南方城市，我们发现温度对大气污染健康效应有修饰作用，即极端温度（尤其是高温）能够加剧空气污染的健康危害。污染物成分是决定污染物健康危害的一个非常重要的因素，我们在西安合作开展过一项研究，探索我国的 PM2.5 中到底是什么成分对居民健康影响较大。包括 OC、EC、硫酸盐和硝酸盐等，这些都是构成西安 PM2.5 的成分。从健康角度看，哪些成分对健康影响较大呢？以我们观察来看，影响较大的是 OC、EC、硝酸根粒子、氯粒子，以及重金属镍元素。类似研究也有报道 PM2.5 中重金属元素的重要性，镍元素是国内外研究中报道比较多的。同时我们还观察了 PM2.5 中的另一个重要成分——元素碳（也叫黑炭：BC，是化石燃料燃烧排放的重要污染物），我们的研究发现，它是颗粒物中最重要的影响健康的成分，在调整其他污染物比例之后，BC 的健康效应仍然很强。

传统的环境空气监测仅测量了颗粒物的质量浓度，最近我们在沈阳分析了颗粒物数浓度的健康影响。我们发现，颗粒物数浓度也是非常容易影响健康的因素，特别是直径 $0.5\mu\text{m}$ 以下的颗粒物对居民健康的影响是非常大的。同时，我们发现传统的气态污染物，在我国的当前污染水平上具有独立于颗粒物的健康危害，在美国和西欧气态污染物的影响不是那么大，这也提示了我国实施脱硫脱氮政策

的必要性。

刚才我给各位老师报告的是急性效应研究。关于慢性效应研究，前一段时间广州做了灰霾与肺癌关系的案例。我们在中国选择了一个高血压队列，来预测10年以后的空气污染对身体健康的影响。实际上，这个队列是在我国16个省31个城市7万多居民中开展的一个回顾性队列。对队列中的城市居民按家庭住址编码，预测每位居民的长期暴露水平。这种方法有一个优点，可以把个体水平不同的混杂因素（比如抽烟、肥胖等其他影响居民健康的危险因素）控制以后，看大气污染与居民健康危害的问题。这是发展中国家对大气污染的第一个队列研究，回顾性队列的结果，控制年龄、性别、肥胖、吸烟、饮酒和体育锻炼等混杂因素后，我们发现大气污染的长期高暴露，会增加我国居民的死亡风险。

跟发达国家的研究相比，我们的发现在总体上是一致的。第一，对于大气污染，无论急性还是慢性暴露，都可以导致我国居民心肺系统疾病死亡率增加，暴露反应曲线基本不存在阈值。不一样的地方在哪儿呢？我国颗粒物急性暴露反应关系系数较发达国家低；对于慢性暴露反应差别，把TSP转换成PM₁₀，再转换为PM_{2.5}，我国单位浓度的PM慢性健康危害比发达国家要低，原因是什么呢？除了暴露以外，可能跟不同国家和地区浓度水平不同、化学组分不同、年龄结构不同等有关。

浓度水平可能跟暴露反应曲线有关。第一，从生物学的机制来说，单位浓度的暴露反应关系往往在高浓度水平区间呈现平缓的趋势，而我国目前正处在高浓度水平。第二，从化学组成来看，毒理学研究显示，机动车尾气产生的颗粒物的单位浓度的健康危害要大于煤燃烧产生的颗粒物，化石燃料燃烧产生的颗粒物的毒性较大，自然来源的毒性较小。化石燃料中机动车尾气产生的颗粒物的毒性最厉害，基本上是煤燃烧产生的颗粒物的毒性的3~5倍。第三，从年龄结构来说，我国的老龄化程度可能低于发达国家。发达国家在较低污染水平下的暴露反应关系系数不适用于我国，未来我国在修订环境空气质量标准时，必须充分考虑我国国情。

我国大气污染的疾病负担，到底能造成多少过早死亡？这个争议比较大，世界银行2006年估计的是40万人过早死亡，健康经济损失有1500亿~5200亿元。WHO疾病负担研究结果显示，无论在全世界还是我国，高血压等都是首要的健

康危险因素。我国跟全世界不同的地方在于,在各种风险因素中,颗粒物污染在国外是排第8位,我国是第4位。我国13亿人口中一年死亡人数是1400万~1600万,而颗粒物导致的过早死亡数为120万人,这应该是非常大的疾病负担了。可以说空气污染是我国现在主要的公共卫生问题了。在我国,空气污染的疾病负担中20%左右与肺癌死亡有关、40%左右与心血管疾病死亡有关。PM_{2.5}与肺癌的关系,在一些数据上存在争议,在我国,空气污染的肺癌归因风险是在20%左右,抽烟引发肺癌的归因风险是40%。在美国,空气污染的肺癌归因风险是1%,我国的比例比较高。

在参与全球性疾病负担评估的时候,我们作了一个换算,换算公式是主动吸烟1支等于在日平均PM_{2.5}浓度670 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的空气中呼吸1天。在今年年初雾霾最严重的时候,北京PM_{2.5}浓度日均400~500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,在这样的空气里呼吸一天大致相当于主动吸烟不到一根的水平。在我生活的城市上海,日均是40~50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,大致上相当于主动吸烟0.1根。所以,在我国,吸烟还是一个最大的问题。但是,全人群当中20%~30%的人抽烟,而空气污染是每个人都无可逃避的,是一个重大公共卫生问题。

总的来说,从人群的角度,一是我国大气污染对居民健康的危害证据充分,且不存在阈值;二是我国的暴露反应系数较发达国家低;三是我国大气污染健康危害存在区域特征,有一些地区的污染物水平低,有的地区污染物水平高;四是我国气态污染物可能具有独立的健康危害。

我们目前的研究有哪些不足呢?一是目前的研究类型,大多为时间序列分析和地区间比较的生态学研究,缺少精心设计的前瞻性队列研究;二是在研究PM对健康的影响时,较多考虑PM的质量浓度,对颗粒物组成及其表面化学、物理和生物污染结合起来的考虑不多,如何把物理、化学特征和健康影响结合在一起,是值得下一步讨论的;三是我国的暴露评价相当缺乏,这个是非常大的短板。

展望未来,一是结合GIS以及卫星产品的新型工具,在典型地区开展大气污染暴露评价的模型研究;二是以污染物与人体交互作用为核心,围绕我国大气污染健康的区域特征和作用机制加强基础研究;三是开展大气污染前瞻性队列研究,这对把握我国的空气污染健康危害问题是非常重要的;四是加强健康风险评估和风险交流。

张金良：

阚海东最后提的几个问题非常有意思。第一，关于我国传统气态污染独立于颗粒物的健康作用问题。就目前情况看，在我国，尽管颗粒物污染很严重（大家现在都非常关注颗粒物、关注 PM_{2.5}），但常规气态污染物如 SO₂、NO_x 等仍然是非常值得关注的问题。我国跟西方国家不一样，西方国家常规气态污染物的浓度可能已经控制得非常低，或者说其健康危害已经很小，不再是什么重要的环境与健康问题。对 NO_x 的认识和研究提醒我们，在我国气态污染物和颗粒物一定要并重，如果不关注气态污染物，颗粒物污染也很难控制下来。

第二，他提出我国大气污染物单位浓度增高的风险比西方国家低，北方城市比南方城市低，这也是一个非常值得关注的问题。我一直在想，用什么来表征空气污染物的风险？用单位浓度增加表述空气污染的风险是一种办法，但是各地区污染程度不同，仅用单位浓度增加显然不能准确反映各个区域或者国家空气污染的绝对风险，我们在研究中比较单位浓度增加的风险是可以的，但它不能等同于各个地区、区域或国家间的绝对风险比较。这就给我们提出了一个问题：我们用什么来表征大气的健康风险？

第三，他提到高温可以增加空气污染的健康效应的问题。我们曾经做过分析，发现颗粒物在高温、低温的时候，健康效应都比较强，也就是说，不管高温还是低温，都与空气污染的健康效应有交互作用，只有在适中的时候，健康效应相对来说比较低。我赞成他提出的建议，关于区域性健康风险差异和作用机制的研究非常重要，非常值得探讨和深入研究，这可能涉及很多问题，包括气候、污染来源、颗粒物成分或组成等。关于方法，他也提到了，现在到了启动前瞻性队列研究的时候了。

唐孝炎：

阚海东刚才的未来展望部分，其中的想法很好。我们知道，目前我国新空气质量标准中关于 PM_{2.5} 的二级浓度限值，实际是 WHO 空气质量准则中第一过渡阶段的目标值。而 WHO 关于 PM_{2.5} 的 10 μg/m³ 的标准值，是根据美国六大城市和欧洲的研究结果等所得出的。他们研究时，PM_{2.5} 最高浓度也就是 30 μg/m³，

他们得出的结果（暴露反应关系）能够适合我国吗？阚海东的报告提出，就单位污染物的风险来讲，我国人群低于发达国家人群，到底低多少呢？这个问题可以具体探讨，但不是一下就能得出结论的。很长一段时间以来，我一直在想，白种人的健康风险系数对黄种人是否适合，因为在基因方面有差异，不同人种间在空气污染健康风险上的暴露反应关系有没有区别？还有一个问题，长期生活在污染比较严重的条件下的人，和非长期生活在污染比较严重的条件下的人，耐受力会有什么不同？长期以燃煤污染为主的条件下，和非燃煤污染为主的条件下，会不会给人体在某一个方面的耐受力带来变化？空气质量标准的制定，就是要从人体健康的角度考虑，要保证人群的健康。我国的标准要保证我国居民的健康，要适合我们自己的情况。而上述这些问题，关系到什么浓度才会影响人体健康，关系到如何来研究制定我国的环境空气质量标准，关系到我们借鉴国外的标准的时候，究竟应该考虑到哪些问题。

夏 光：

这是新观点新学说学术沙龙，我就两个问题谈谈看法，不代表价值判断，仅是客观的分析。第一，关于如何认识我国空气污染相关的发病率比西方国家低的问题。阚海东分析到的那些原因，我非常赞同。相比之下，我们的人可能比较能耐污染，有这方面的类似报道，比如我国游客满世界跑，身体不出大问题，但是日本游客满世界跑的时候就经常拉肚子，尤其是到发展中国家旅游的时候，可能是因为他们适应环境的能力要差一些，我不是说我们的人就该这样。人是环境的产物，长期的空气污染，可能导致我们整个群体对空气污染的承受能力变强了，或反映出来的疾病敏感度下降了，因此比西方国家的暴露反应系数低。从这个方面看，按阚海东所说的方向，咱们可以在科学上再深入研究，比较我国人群与国外人群之间的差异，得出结论。

第二，我们要高度重视空气污染及其相关的健康影响问题。至少有如下几个原因：①这事关国家形象和民族形象。我记得3月份，泰国有一份报纸发表了一篇文章，题目是《中国会因为经济成功而窒息而亡吗？》，就是说我们的经济发展太快，空气污染太严重，严重到让人窒息死亡的程度（我认为这有些夸张），

国家形象因此而受损。②空气污染的长期健康影响后果堪忧。我们在某地做调查研究的时候，当地的同志说，也许现在看不出发病、挺健康的，但是10年、20年以后，我们会不会集体发作某种肺部或者是呼吸道方面的疾病？这种风险应该提前预见到，并对它有一个预备方案，否则，20年以后我们居民的身体健康水平会真的因为现在的空气污染而整体下降。长期的空气污染，可能使我们的下一代无法成为身强力壮的人，虽然耐受力很强，但力量很弱或者说机能很差，跟国外没法比，即我们的民族素质受到影响。③人们的生活幸福感受到影响。大气污染导致空气浑浊或者感官上的刺激等，这都会影响我们的生活幸福感，并使整体幸福感下降。也许大家对购物、吃饭、穿衣比较满意了，但是空气质量要求这方面的满意度却下降了。④现在已经出现这种情况，国际优秀人力资源因为空气污染不愿意待在北京、上海这样的地方，离开大陆地区，这是我国建设中的人力资源损失，也许，将来会有一些公司总部因为大气污染而撤离，这会对经济产生影响。因此，无论我们的耐受力如何强，都要呼吁把空气污染治理作为很重要的事情来看待。

陈秉衡：

刚才阚海东把我国大气污染和PM_{2.5}等对健康的影响做了一个全面的介绍，所以我们大致上有了关于我国在大气污染和健康方面比较清晰的轮廓。我有三个想法进行一下补充。

第一个想法，以前的研究多半从暴露到效应，如不同大气污染水平对总死亡率、疾病死亡率、住院数、门诊数等的影响。但是总的来说还是小概率事件，今后的工作能不能一定程度地转向从效应到暴露的思路，这个观点不是我自己的，10多年以前我听过一位美国专家的报告，他提出了从暴露到效应和从效应到暴露来研究环境污染物对健康影响的两大渠道。从某一健康效应到暴露来研究环境污染物对健康的影响可能有事半功倍的效果。另外，我们已经呼吁了很久，进行大气污染的前瞻性队列研究。这对因果关系的判定会有一个更加科学的支持。我知道阚海东的团队在很努力考虑研究个体化水平上的污染暴露，这样对因果关系的判定有重要意义。

第二个想法，单位污染物相对健康危害问题：单位污染物相对健康危害是