

附件三：

《环境空气质量标准》
(征求意见稿)
编制说明

《环境空气质量标准》编制组

二〇一〇年十一月

项目名称：环境空气质量标准

项目统一编号：374

承担单位：中国环境科学研究院

标准所技术管理负责人：王宗爽

标准处项目负责人：何俊

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	2
1.3 标准的法律地位与作用	3
2 我国环境空气质量状况及发展趋势	4
3 标准修订的必要性	4
3.1 污染物环境空气质量基准的发展.....	4
3.2 我国环境空气污染特征改变.....	5
3.3 现行标准在当前环境管理中存在的不足	5
3.4 国际上环境空气质量标准发展情况.....	8
4 标准修订的主要内容和依据	9
4.1 适用范围.....	9
4.2 环境空气质量功能区与标准分级.....	9
4.3 污染物项目	11
4.4 SO ₂ 空气质量标准的修订	17
4.5 PM ₁₀ 、TSP 和 PM _{2.5} 空气质量标准的制修订	20
4.6 NO ₂ 空气质量标准的修订	28
4.7 O ₃ 空气质量标准的修订	37
4.8 CO 空气质量标准的修订	43
4.9 Pb 空气质量标准的修订	44
4.10 苯并[A]芘标准的修订	52
4.11 监测分析方法	56
4.12 数据统计的有效性规定	56
4.13 数据上报与环境空气质量评价	57
4.14 标准的实施	58
5 标准实施的经济成本分析	58
附一：关于修订《环境空气质量标准》等国家环境保护标准公开征集意见的情况说明	61

1 项目背景

1.1 任务来源

为改善环境空气质量，创造适宜清洁的环境，以保护公众健康和公共福利，《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》要求制定环境空气质量标准。

上世纪八十年代，针对煤烟型污染我国首次制定了《大气环境质量标准》（GB 3095-1982），并于 1982 年发布实施。当时，该标准将环境空气质量功能区分三类，标准分为三级，规定了总悬浮颗粒物（TSP）、飘尘、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、光化学氧化剂（O₃）共 6 项污染物项目，其中飘尘的标准为参考标准。标准制定时，决定将氟化物等具有局地污染特征的污染物由地方制定地方环境质量标准。

1996 年第一次修订 GB 3095-1982，名称改为《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）。此次修订针对煤烟型大气污染的同时，也适当考虑了城市机动车排放污染问题；修订后的标准缩小了三类区，扩大了二类区，增加了二氧化氮（NO₂）、铅（Pb）、氟化物、苯并[a]芘（B[a]P），污染物项目扩大到 10 项，并将飘尘和光化学氧化剂的名称调整为可吸入颗粒物（PM₁₀）和臭氧（O₃）。实施 4 年后，针对标准实施后存在的一些问题，2000 年对 GB 3095-1996 进行了局部修改，取消了 NO_x，适当放宽了 NO₂ 和 O₃ 的标准，以利于社会经济的快速发展。

在当时社会政治经济及环境形势下，现行环境空气质量标准规定的环境空气功能区分类方式合理，污染物项目选择恰当，污染物项目限值宽严适度，在体现国际先进水平的同时，也具有很强的可操作性，整项《环境空气质量标准》的技术内容科学，自发布实施以来，虽然标准中的污染物项目只有三项得到全面实施，但在环境空气质量管理，促进社会经济发展方式转变，从而保护人体健康和生态环境等方面发挥了积极重要作用。

近年来，随着社会经济的快速发展，我国环境空气污染特征发生了显著变化，区域性大气污染问题日趋严重，灰霾、光化学烟雾和酸雨等复合型大气污染问题较为突出，影响人体健康和生态安全，乃至社会经济的和谐发展。虽然现行空气质量标准在制定时考虑了我国机动车排放污染特征，但主要是针对煤烟型污染特征制定的。因此，现行环境空气质量标准在新形势下的环境空气质量评价与管理中存在一些不能满足国家环境空气质量管理工作需求的情况；同时，现行标准制定时所参考的国际上相关环境空气质量基准已有新的成果，我国环境监测分析方法技术也有新的发展，而且近年来很多国家也都修订了其环境空气质量标准。

基于上述背景情况下，环境保护部于 2008 年下达了环境空气质量标准（GB 3095-1996）修订项目。该项目由中国环境科学研究院承担，项目统一编号为 374。

1.2 工作过程

2008 年，项目承担单位接受项目任务后，成立了由大气科学、大气化学、环境科学、环境健康、环境管理等专业领域的科研人员组成的编制组，并连续多次就项目开展的技术路线、工作内容等进行研讨。

2008 年 5 月~12 月，收集世界卫生组织（WHO）、美国、加拿大、欧盟、澳大利亚、日本、韩国、香港、台湾等国家、地区和组织环境空气质量标准相关资料文献资料。

2009 年 1 月~8 月，对收集的文献资料进行了深入的对比分析，并在此基础上，撰写环境空气质量标准（修订 GB 3095-1996）项目开题报告初稿以及空气质量标准标准（初稿）。

2009 年 9 月~12 月，环境保护部就修订环境空气质量标准（GB 3095-1996）的有关问题，以环办函[2009] 956 号文件的形式向中国科学院、中国工程院等共计 193 家单位、部门，并在环境保护部网站征集意见。征集意见主要认为：1）应适当调整二类 and 三类功能区的分类方式，取消三级标准，仅分为二级标准；2）污染物项目应增加 $PM_{2.5}$ 、重金属、挥发性有机污染物，恢复 NO_x ，增加二噁英等有毒有害污染物项目，以及氨气、硫化氢等恶臭污染物项目；3）应加严 SO_2 、CO、Pb 等污染物的浓度限值；4）增加 O_3 8 小时浓度限值，限定 O_3 1 小时浓度限值的取值时间范围；5）应调整污染物的监测方法和数据统计的有效性规定，采用自动监测方法，增加监测频率。

2010 年 1 月~5 月，对回函的意见进行汇总和分析，形成了修订《环境空气质量标准》等国家环境保护标准公开征集意见汇总表（见附件一）。根据反馈意见，进一步完善标准文本草稿及编制说明。

2010 年 6 月 17 日，环境保护部科技标准司在北京召开《城市空气质量周报、日报和预报技术规范》暨环境空气质量评价方法研讨会。会议期间，编制组就修订《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）公开征集意见情况向与会领导和专家进行了汇报。

2010 年 7 月 29 日，环境保护部科技标准司标准处在北京主持召开《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）修订讨论会，环境保护部环境标准研究所、沈阳市环境监测中心等单位人员参加。会议就标准的法律地位与作用、术语与定义、污染物项目、数据统计的有效性规定、监测分析方法等内容进行了深入的讨论，并对标准文本进行了梳理。

2010 年 10 月 9 日，环境保护部科技标准司标准处在北京主持召开《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）修订讨论会，中国环境科学研究院、中国环境监测总站、环境保护部环境标准研究所、北京市劳动保护科学研究所、沈阳市环境监测中心等单位的代表参加了此次会议。会议认为，当前国家制定实施 $PM_{2.5}$ 环境空气质量标准时机不成熟，国家实施氟化物等

具有区域特征的污染物环境空气质量标准的必要性不大，同意发布 $\text{PM}_{2.5}$ 及氟化物等污染物环境空气质量参考限值，地方省级政府可参考其制定地方环境空气质量标准；同意增加 O_3 8 小时标准；会议同意取消现行标准中的三类功能区，但应考虑无人居住的沙漠、荒漠等地区环境空气质量管理；对于 NO_x ，如果要恢复该指标，应慎重处理好城区 NO_2 与 NO_x 的关系；应增加标准实施成本分析等。

2010 年 11 月，在上述工作的基础上，标准编制组完成了《环境空气质量标准》征求意见稿及编制说明。

1.3 标准的法律地位与作用

《环境空气质量标准》最根本的作用就是用来保护公众健康和公共福利。《环境空气质量标准》具体的法律地位与作用通过《中华人民共和国大气污染防治法》（以下简称《大气法》）进行规定。根据《中华人民共和国大气污染防治法》第三条，地方各级人民政府对本辖区的大气环境质量负责，制定规划，采取措施，使本辖区的大气环境质量达到规定的标准。第六条，国务院环境保护行政主管部门制定国家大气环境质量标准。省、自治区、直辖市人民政府对国家大气环境质量标准中未作规定的项目，可以制定地方标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。第十五条，国务院和省、自治区、直辖市人民政府对尚未达到规定的大气环境质量标准的区域和国务院批准划定的酸雨控制区、二氧化硫污染控制区，可以划定为主要大气污染物排放总量控制区。第十七条，未达到大气环境质量标准的大气污染防治重点城市，应当按照国务院或者国务院环境保护行政主管部门规定的期限，达到大气环境质量标准。该城市人民政府应当制定限期达标规划，并可以根据国务院的授权或者规定，采取更加严格的措施，按期实现达标规划。

可以看出，《环境空气质量标准》的制定是有明确的法律依据的，而且地方各级人民政府应制定规划、采取措施在规定的期限内达到标准。达标并不仅仅是几项污染物达标，而是标准中规定的所有污染物均应达标。

归纳起来，《环境空气质量标准》的作用主要有以下几个方面。第一是环境空气质量管理的目标。地方各级人民政府对辖区内大气空气质量负责，通过加强管理，采取措施，使环境空气质量达标，从而达到保护人体健康和生态环境的目的；第二是环境保护规划的重要依据。无论国家还是地方各级，所制定的环境保护规划中，都将环境空气质量标准作为重要的依据设定环境空气质量保护目标；第三是国家划定主要大气污染物排放总量控制区的依据。国务院及地方各级人民政府在划定主要大气污染物排放总量控制区时，环境空气质量标准是重要的依据；第四是环境质量状况评价依据。大、中城市人民政府环境保护行政主管部门在

定期发布的大气环境质量状况公报中,均将环境空气质量标准作为评价主要污染物危害程度的依据;此外,在建设项目和规划环境影响评价工作中,环境空气质量标准是评价拟建项目周边和规划区域当环境空气质量现状以及影响的重要依据;第五是环境空气质量日报的依据。环境空气质量日报是与公众交流环境空气质量状况的重要手段,通常采用空气污染指数(API)表示,制定 API 方法时,必须以环境空气质量标准为依据。

2 我国环境空气质量状况及发展趋势

首先,2000 年以来,我国环境空气中 TSP、PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 的年均浓度水平持续下降,尤其是近两年来,虽然一些城市上述污染物年均浓度超标,但全国 TSP、PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 年均浓度水平均低于现行标准二级年均浓度限值,传统的煤烟型空气污染在一定程度上得到缓解。

其次,2005 年至 2008 年,全国开展降水监测城市的降水 pH 年均值介于 5.02~5.05 之间,2008 年与 2005 年 pH 年均值持平,pH 年均值变化趋势不明显,基本保持稳定。但 2000 年以来,氮氧化物对降水酸度的影响逐渐增加,2008 年全国降水中硝酸根与硫酸根离子当量浓度比值比 2005 年增加了 25.8%,呈明显升高趋势,我国降水类型正由硫酸型向硫酸和硝酸混合型转变。

再次,随着我国经济的高速发展和机动车保有量的迅猛增加,经济发达地区 NO_x 和 VOCs 排放量显著增长,O₃ 和细颗粒物(PM_{2.5})污染日趋严重,城市光化学烟雾及区域灰霾现象频繁发生,典型城市群区域复合型污染特征明显。根据我国臭氧监测试点工作统计,2009 年 1 月 1 日至 12 月 31 日,各试点城市发生灰霾的天数在 51~211 天。其中天津 51 天、上海 134 天、重庆 133 天、南京 211 天、苏州 169 天、深圳 115 天。灰霾发生的天数占所监测天数的 14.0%~57.8%。

最后,随着我国工业化进程的不断加快,各类企业排放有毒有害污染物的种类和数量也显著增加,污染事件发生概率不断升高,有毒有害大气污染物环境风险愈来愈大。

3 标准修订的必要性

3.1 污染物环境空气质量基准的发展

环境质量基准是指环境中的污染物对人或其它生物等特定对象不产生不良或有害影响的最大剂量(无作用剂量)或浓度。环境质量标准制修订必须以环境基准为基础,环境基准改变,相应的应考虑环境质量标准是否需要调整。我国至今没有发布环境空气污染物基准文件,在制定环境空气质量标准时,主要参考国际上的环境空气质量基准研究成果,尤其是世

界卫生组织（WHO）发布的空气质量准则（AQG）、美国环境空气污染物基准研究成果。

我国现行《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）制定时主要参考的 WHO 1987 年发布的《欧洲环境空气质量准则》。根据 1987 年以后大量基准研究成果，WHO 在《欧洲环境空气质量准则》基础上，1997 年发布了适用于全球的《空气质量准则》；2005 年 WHO 基于最近几年关于人体对典型环境空气污染物暴露的健康影响相关研究的最新科学证据，发布了《颗粒物、臭氧、二氧化氮和二氧化硫空气质量准则》（全球升级版），进一步修订了 4 种典型污染物—PM（包括 PM₁₀ 和 PM_{2.5}）、O₃、NO₂ 和 SO₂ 的准则值，除 NO₂ 外，准则值都进行了加严，以进一步保护人体健康。1997 年以来，我国现行《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）制定时主要参考的美国 PM、O₃、NO₂ 和 Pb 环境空气质量基准文件近年来也进行了大量的修订，并不断提出新的限值要求。

目前，在 WHO 及美国等组织和国家在大范围修订污染物环境空气质量基准的情况下，我国需要考虑现行空气质量标准的科学性问题。

3.2 我国环境空气污染特征改变

近年来，我国社会经济持续快速发展，而以煤炭为主的能源结构未发生根本性变化，煤烟型污染依旧存在。但同时，我国区域性大气污染问题日趋严重，灰霾、光化学烟雾和酸雨等复合型大气污染问题日益突出，已严重影响人体健康和生态安全。我国区域性大气污染问题发生频率高，影响范围大，污染程度重，在世界范围内少见。近 3 年来京津冀、长三角和珠三角等三大城市群每年出现灰霾的天数超过 100 多天，东莞等地区甚至达到 210 多天，甚至沿海城市深圳也出现了 154 天的灰霾天气。我国环境空气污染呈现出多种污染特征共存的复合型大气污染，而且这种污染特征还将继续存在一段时间。

现行标准（GB 3095-1996）是在上世纪末主要针对煤烟型大气污染特征制定的，在区域复合型大气污染特征的环境空气质量评价与管理工作中已显不足，因此，有必要考虑修订现行标准（GB 3095-1996），使之进一步适应今后复合型大气污染的环境管理需求。

3.3 现行标准在当前环境管理中存在的不足

3.3.1 环境空气质量功能区分类及分级

三类区和三级标准已经不符合中央关于社会经济发展方式转变的理念。现行标准将环境空气质量功能区分三类，三类区为特定工业区。当前我国社会经济进入又好又快发展阶段，要求建立资源节约型、环境友好型的生态文明社会，同时产业结构不断优化调整，环境保护在经济发展中的优化作用不断增强，环境准入门槛不断提高，污染治理不断深化。尤其在“十二五”期间，中央要求着力加快经济发展方式转变。处于三类区的污染源要么被淘汰和取缔，

要么通过改造升级工艺，减少污染排放，要么企业搬迁，远离城区。因此，当时针对污染严重的工业区，大气自净能力又较低的地区设置第三类区和第三级标准的大背景已经发生了深刻的变化，社会各界取消第三类区和第三级标准的呼声很高。很多地方产业结构调整，特定工业区功能发生转变，大多成为居住区、商业区、公共绿地等等，这些地区已不适用三类区和三级标准评价环境空气质量。现行标准中二级标准和三级标准同为保护人体健康，限值存在差异，尤其是三级标准浓度限值相对较宽，但在国际上，保护人体健康的环境空气质量限值是统一的。

3.3.2 污染物项目

3.3.2.1 PM_{2.5}

当前我国进入复合型大气污染阶段，大城市和发达地区煤烟型污染减弱，而光化学烟雾污染程度不断增强，珠江三角洲、长江三角洲、京津冀地区、四川盆地和沈阳等地区的城市群大气 PM_{2.5} 污染日趋严重，已经成为未来污染发展的趋势，不但造成能见度降低等生态环境影响，而且也导致上述地区居民循环系统和呼吸系统发病率和死亡率上升，对人体健康产生有害影响。现行标准主要是针对煤烟型污染特征制定的，因而无该污染物项目。同时，国际上主要发达国家和地区均已制定 PM_{2.5} 的环境空气质量标准，亚洲的日本、泰国和印度也制定了该项目的空气质量标准。因此，应该考虑是否制定我国的 PM_{2.5} 环境空气质量标准，进一步适应环境空气质量管理的需要。

3.3.2.2 氟化物

氟化物在我国属于局地大气污染物，人为源主要为钢铁厂、磷肥厂、陶瓷厂、铝冶炼厂、砖厂、玻璃厂等排放源，并对污染源附近的生态环境，尤其是对牧草、农作物、桑树叶等产生影响，并进而影响牲畜和蚕的生长。氟化物是包头等地区的特征污染物。《大气环境质量标准》（GB 3095-82）制定时，决定将氟化物等具有局地污染特征的污染物项目作为地方环境空气质量标准的指标。为了加大控制力度，1996 年现行标准制定时将其纳入国家标准的指标。

自现行标准实施以来，包头等地区长期坚持氟污染治理，污染物浓度水平已经显著下降，其中包头已连续 12 年稳定达标。在这种情况下，国家制定这种局地特征污染物环境空气质量标准的必要性已经不大，如果继续坚持全面实施，不但会增加全国环境空气质量监测机构的负担，而且还会增加大量监测成本，并占用大量监测资源。因此，有必要考虑在国家标准中废除此项污染物项目，由地方制定地方环境空气质量标准。

3.3.2.3 有毒有害污染物

环境空气质量标准主要针对人群普遍暴露的污染物，即量大面广的污染物项目制定标

准。但我国工业快速发展过程中，出现了大量的有毒有害污染物。对这些污染物的环境空气质量管理中缺少相应的空气质量标准，而日本、欧盟等国家和地区都不同程度的考虑了一些污染物，并制定了相应的限值。因此，为适应环境管理需求，应根据我国实际情况，考虑制定一些有毒有害污染物的环境空气质量标准参考值。

3.3.3 取值时间及浓度限值

就 O_3 而言，中国规定的是 1 小时浓度标准值，而由于 1 小时浓度的代表性相对较差，国际上通常给出的多为 8 小时标准值。因此要求我国环境空气质量标准中增加 8 小时浓度值的呼声很高。国际上对于致癌污染物苯并[a]芘的规定多为年均浓度限值，而我国则为日均浓度限值，由于环境空气中苯并[a]芘对于人体健康的影响主要是长期暴露效应，只有日均浓度限值无法评价长期的环境空气质量状况。

与 1997 年以来升级后的世界卫生组织发布的准则值相比，我国保护人体健康的二级和三级环境空气质量标准中部分污染物的浓度限值不够严格，如我国 NO_2 二级和三级小时均值和年均浓度标准都高于 WHO 相应的准则值； PM_{10} 浓度二级标准日均和年均浓度限值分别为 WHO 准则值的 3 倍和 5 倍。因此，需要结合我国经济技术承受能力重新考虑污染物浓度限值的合理性。

3.3.4 分析方法及数据统计的有效性规定

现行标准制定时， SO_2 、 O_3 和 NO_x 参考 ISO 的分析方法，而目前，国家已经制定了 SO_2 、 O_3 和 NO_x 的分析方法标准，因此，标准中引用的分析方法标准需要更新。

现行标准制定时，考虑到监测成本问题，数据统计的有效性规定主要是针对手动监测制定的，而当前，国家投入大量资金，建立了大量的自动监测站点；与当时相比，现在的手动监测条件也有了显著的改善，分析效率不断提高，因此标准中数据统计的有效性规定也应进一步加严。

3.3.5 达标的统计要求

我国环境空气质量标准无达标的统计要求相关规定，这就意味着，对于任何相应时间段内，任何情况下，污染物的浓度水平都不能超过相应标准限值才算达标，而事实是存在异常污染事件造成超标的情况。美国和欧盟的环境空气质量标准中则规定了各种污染物浓度达标的统计要求，例如，欧盟规定日最大 8 小时 O_3 的浓度限值不能超过 $120\mu g/m^3$ ，而且 3 年内每年平均不能超过 25 次才算达标，大大增强了标准的可操作性。

3.3.6 标准的实施要求

关于标准的实施，现行标准中仅归定由各级环境保护行政主管部门负责监督实施，同时

标准规定了小时、日、月、季和年平均浓度的限值，在标准实施中各级环境保护行政主管部门应根据不同目的监督其实施。同时，当前的空气质量标准仅作为空气质量评价时的参考标准，而且日常的日报和预报仅采用了其中的 PM_{10} 、 SO_2 和 NO_2 三种污染物项目， O_3 等污染物却未考虑。国际上环境空气质量标准为技术法规，相当于法律。《中华人民共和国大气污染防治法》中对环境空气质量标准的实施缺少相关条款，尤其是达标区与未达标区的划分、未达标区达标规划的制定、达标区环境空气质量维持计划制定等。因此，有必要考虑修订标准实施要求。

3.4 国际上环境空气质量标准发展情况

现行标准制定时，参考了美国、欧盟、日本等国家和地区的环境空气质量标准，而 1996 年以来，很多国家和地区的标准都不同程度的进行了修订，有关进展情况见表 1。

表1 1996 年以来国际上环境空气质量标准最新制修订情况

国家/地区/组织	时间	修订内容
WHO	1997 年	发布适用全球的《空气质量准则》(AQG)，增加了 1,3-丁二烯等污染物
	2005 年	发布《AQG》全球升级版，修订了颗粒物(PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$)， O_3 ， NO_2 和 SO_2 基准值
美国	1997 年	发布 $\text{PM}_{2.5}$ 标准，日均浓度限值为 $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年均浓度限值为 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2006 年	修订 $\text{PM}_{2.5}$ 标准，日均浓度限值为 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；取消 PM_{10} 年均浓度限值
	2008 年	实施新 O_3 浓度限值 $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；加严空气中 Pb 的浓度限值，连续 3 月滚动平均 $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$
	2010 年	增加 NO_2 日最大 1 小时浓度值 $190\mu\text{g}/\text{m}^3$
欧盟	1999 年	发布《环境空气中 SO_2 ， NO_2 ， NO_x ， PM_{10} ，Pb 的限值指令》，规定 SO_2 等 5 种污染物浓度限值
	2000 年	发布《环境空气中苯和 CO 限值指令》，规定环境空气中苯和 CO 的浓度限值
	2002 年	发布《环境空气中有关 O_3 的指令》，分别规定保护人体健康和植被的 O_3 的 2010 年目标值
	2004 年	发布《环境空气中砷、镉、汞、镍和多环芳烃指令》，规定了砷等污染物 2012 年目标浓度限值
	2008 年	发布《关于欧洲空气质量及更加清洁的空气指令》，规定 $\text{PM}_{2.5}$ 2010 年的目标浓度限值 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$
日本	1997 年	增加了空气中苯、三氯乙烯、四氯乙烯的标准
	1999/2001/2009 年	分别增加了二恶英、二氯甲烷和 $\text{PM}_{2.5}$ 的标准
印度	2009 年	修订了 1986 年实施的空气质量标准，删除 TSP 污染物项目，增加了 $\text{PM}_{2.5}$ 、 C_6H_6 、B[a]P、As、Ni 污染物项目，加严了 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 O_3 和 Pb 的浓度限值
澳大利亚	1998 年	调整了基于健康 CO， NO_2 ， O_3 ， SO_2 ，Pb 和 PM_{10} 的空气质量标准
	2003 年	把 $\text{PM}_{2.5}$ 纳入到环境空气质量标准中，日均和年均浓度限值分别为 25， $8\mu\text{g}/\text{m}^3$
加拿大	1998 年	增加 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度参考值
中国香港	2009 年	2007-2009 年回顾现行标准，并基于 WHO 最新空气质量准则提出了新修订环境空气质量标准草案，增加 $\text{PM}_{2.5}$ 的标准。

国际上环境空气质量标准的发展趋势主要表现在增加 $\text{PM}_{2.5}$ ，采用 O_3 8 小时浓度限值。由于 $\text{PM}_{2.5}$ 对人体健康的影响比 PM_{10} 更显著，发达国家制定 $\text{PM}_{2.5}$ 的环境空气质量标准已经成为一个显著的趋势。1997 年 WHO 经过大量的研究明确规定了能够防护 1 h 内的急性暴露

的 O_3 的 8 h 环境基准($100\mu g/m^3$), 建议的过渡期目标值为 $160\mu g/m^3$, 取消了原来依据不准确的 1 h 环境基准。随后, 美国、欧盟等国家和组织制定了日最大 8 h 浓度限值。发达国家环境空气质量标准新的发展, 使得我国现行环境空气质量标准在国际上的先进程度发生变化, 有必要考虑准修订标准。

4 标准修订的主要内容和依据

4.1 适用范围

原标准适用范围是: 本标准规定了环境空气质量功能区划分、标准分级、污染物项目、取值时间及浓度限值, 采样与分析方法及数据统计的有效性规定。本标准适用于全国范围的环境空气空气质量评价。

根据标准在执行中存在的问题及与国际接轨的思想, 本次修订继续维持功能区划分, 但取消三类区及相应的第三级标准, 调整了个别污染物项目。

更重要的是, 《环境空气质量标准》作为《中华人民共和国大气污染防治法》的延伸, 不能仅仅作为评价环境空气质量的标准, 更应该成为国家和地方各级政府环境空气质量改善的目标, 唯有作为法定的目标, 各级政府才有动力采取措施改善环境空气质量。

基于上述考虑, 将本标准适用范围的内容修改为:

本标准规定了评价环境空气质量的污染物项目、限值、监测规范和环境空气质量功能区分类方式。本标准适用于全国范围的环境空气质量评价与管理。

4.2 环境空气质量功能区与标准分级

4.2.1 取消三类区

原标准中关于环境空气质量功能区分类为:

一类区为自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护的地区。

二类区为城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区。

三类区为特定工业区。

原标准中的环境空气质量功能区划分是根据不同功能区对环境质量提出不同的要求, 从而对不同保护对象进行分区保护。一类区以保护自然生态及公众福利为主要对象, 二类及三类区以保护人体健康为主要对象。

根据《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》(HJ 14-1996), 自然保护区指, 是对有代表性的自然生态系统、珍稀濒危动植物物种的天然集中分布区, 有特殊意义的自然遗迹

等保护对象所在陆地、陆地水体或者海域，依法划出一定面积予以特殊和管理的区域。

风景名胜区指，县级以上人民政府划定的风景名胜区，是具有观赏、文化或科学价值、自然景物、人文景物比较集中，环境优美，具有一定规模和范围，可供人们游览、休息或进行科学、文化活动的地区。

需要特殊保护的地区，指因国家政治、军事和为国际交往服务需要，对环境空气质量有严格要求的区域。

特定工业区，指冶金、建材、化工、矿区等工业企业较为集中，其生产过程和排放到环境空气中的污染物种类多、数量大、且其环境空气质量超过三级环境空气质量标准的浓度限值，并无成片居民集中生活的区域，但不包括 1998 年后新建的任何工业区。

一般工业区，指特定工业区以外的工业企业集中区以及 1998 年 1 月 1 日后新建的所有工业区。

环境空气质量标准首要的是保护公众健康，其次是保护自然生态环境及公共福利。由于一类区以保护自然生态及公共福利为主要对象，因此可以维持不变。

对于保护人体健康来说，无论各地区地理、气象、生态、经济发展等等存在多大的差异，对于人体健康的保护都应采用统一的标准，否则造成不公平现象。基于这种考虑，处于保护人体健康的目的都应执行统一的标准。原标准对于保护人体健康来说，则分出了二类区和三类区。其主要原因是，原标准制定时，主要是考虑到当时国家经济技术能力有限，冶金、建材、化工、矿区等污染严重的工业区污染物排放量较大，环境空气污染严重，环境空气质量短期内难以达到二级标准，但为了支持国家经济快速发展，这些重污染工业行业还必须存在一段时间，因此就为其单独设立了三类区。这种划分办法当时是合理的，对促进国家社会经济快速发展起到了很重要的作用。但对于三类区也提出了明确的限定，首先，三类区仅为特定工业区，一般工业区不属于三类区；其次，特定工业区仅为冶金、建材、化工、矿区等工业企业较为集中，其生产过程和排放到环境空气中的污染物种类多、数量大、且其环境空气质量超过三级环境空气质量标准的浓度限值，并无成片居民集中生活的区域；再次，特定工业区只是 1998 年 1 月 1 日以前建成的特定工业区，只有这类工业区才执行三类区环境空气质量标准的相应规定，而 1998 年 1 月 1 日以后建成的工业区均属于一般工业区，执行二类区环境空气质量标准规定。之所以如此严格的规定三类区，其根本原因主要是保护人体健康的环境空气质量标准应该统一，最大限度地缩小三类区的区域。

经过 13 年的快速发展，国家政治、社会经济已与 1996 年时的状况显著不同。当前我国正在建设生态文明的和谐社会，环境保护成为优化经济发展的有效手段，环境公平成为人们

的基本需求，提高环境空气质量成为举国人民的美好愿望，国家已积累的雄厚物质财富和研发出来的污染控制技术为有效控制环境空气污染奠定了基础，取消三类区的条件已经具备。一方面，近年全国各大中小城市正在通过“退二进三”等途径大范围调整城市工业区布局，1998 年以前建成的冶金、建材、化工等重污染工业区大多已经搬离，这些工业区土地利用功能改变后大多成为居住区、商业区或公园、绿地等，已经不具备三类区的功能；实际上，近年来，为了加速城市发展，重庆、上海、武汉等很多城市都已经调整了其原有的功能区，不断压缩三类区区域面积，扩大二类区区域面积；另一方面，近年来国家采取了系列的减排政策措施，加大了对冶金、建材、化工等中污染行业污染控制的力度，提高了这些高污染行业的准入门槛，淘汰落后生产工艺，严格其污染物排放控制要求。在对标准修订征集意见中，大部分单位建议取消或限制三类区。

基于上述考虑，取消三类区是必要的，而且也是可行的，因此本次修订取消三类区。

4.2.2 标准分级

标准分级是为不同保护对象而建立的评价和管理环境空气质量的定量目标，相同类别的保护对象，应执行统一的标准。修订后的标准分为两级，第一级保护自然生态环境及公共福利，同时也为理想的环境目标，确保达到舒适美好的生活环境，采用对敏感植物和人体尚未发现任何有害作用以及对生活环境无影响的浓度为基本依据。第二级保护公众健康，采用人体慢性危害的阈浓度为基本依据。在低于所规定的浓度和接触时间内，对人群健康基本无害。因此，本次标准修订弱化了功能区的概念，强化了保护对象，取消了对人体长期暴露健康危害相对较大第三级标准。必须指出的是，对于一些有毒有害污染物，如 CO、Pb、B(a)P 等，无必要再分一级和二级，而是应该执行统一的浓度限值。

修订后的环境空气质量功能区的分类和标准分级如下：

环境空气质量功能区的分类：本标准将环境空气质量功能区分为二类。一类区为自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的区域；二类区为城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

环境空气污染物限值分级：本标准部分环境空气污染物限值分为二级。一级限值适用于一类区；二级限值适用于二类区；未分级的环境空气污染物限值适用于所有区域。

4.3 污染物项目

4.3.1 主要国家和地区环境空气质量标准规定的污染物项目

国际上环境空气质量标准中所规定的污染物项目见表 2。国际上环境空气质量标准普遍规定的主要污染物为 SO₂，CO，NO₂，O₃，PM₁₀ 和 Pb。大部分发达国家都将 PM_{2.5} 作为最

新的控制项目，取消了传统的 TSP 项目。除日本泰国和印度外，亚洲国家尤其是发展中国家一直保留 TSP 项目。欧盟、英国和日本都分别将苯等有毒有害挥发性污染物作为污染物项目进行了规定，而且欧盟、英国和印度还将 As, Cd 和 Ni 等重金属污染物纳入标准中。

环境空气质量标准规定的污染物分为二类，一类是普遍存在的污染物，即所有人群都暴露到的污染物，主要为 SO₂, CO, NO₂, O₃, PM₁₀、PM_{2.5}、TSP；另一类是有毒有害污染物，如 Pb、B[a]P、C₆H₆ 等。有毒有害污染物主要来自局地排放源，往往对于污染源附近人群造成健康影响。由于上世纪大量使用含 Pb 汽油，造成各类人群对 Pb 大气污染物的普遍暴露，虽然现在已经禁止含 Pb 汽油的使用，但是之前沉降到地表的 Pb 仍能随扬起到环境空气中，而且 Pb 属于无阈值化学物质，对儿童神经系统、血液等健康危害较大，因此各国把 Pb 作为普遍暴露的污染物。

表2 国内外环境空气质量标准中污染物项目

国家/地区/组织	污染物项目
中国	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb, B[a]P, 总氟化物
美国	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM _{2.5} , PM ₁₀ , Pb
墨西哥	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5}
加拿大	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} 、氟化氢、TSP
欧盟	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Pb, C ₆ H ₆ , B[a]P, As, Cd, Ni, NO _x
英国	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , C ₆ H ₆ , Pb, 1, 3-丁二烯
澳大利亚	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Pb
中国台湾	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb
中国香港	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb
日本	SO ₂ , CO, NO ₂ , PM ₁₀ , C ₆ H ₆ , 光化学氧化剂, 三氯乙烯, 四氯乙烯, 二氯甲烷, B[a]P, PM _{2.5}
印度	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2.5} , Pb, NH ₃ , C ₆ H ₆ , B[a]P, As, Ni
印尼	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb
尼泊尔	SO ₂ , CO, NO ₂ , PM ₁₀ , TSP, Pb
菲律宾	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb
新加坡	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀
斯里兰卡	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , TSP, Pb
泰国	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , PM ₁₀ , TSP, Pb
越南	SO ₂ , CO, NO ₂ , O ₃ , TSP, Pb

4.3.2 保留的指标

保留 SO₂、TSP、PM₁₀、NO₂、O₃、CO、Pb、苯并[a]芘 8 项污染物指标。

原环境空气质量标准(GB 3095-1996)规定的污染物项目为 10 项，经 2000 年修改后为 9 项，具体为 SO₂、TSP、PM₁₀、NO₂、O₃、CO、Pb、苯并[a]芘、氟化物。根据我国的能源政策，煤炭依然为我国的主要能源，煤烟型污染将作为主要污染类型而长期存在，同时机动车保有量持续增加，尾气污染愈加严重，因此煤烟型污染和机动车尾气污染的特征污染物 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀、苯并[a]芘 5 项污染物及光化学反应产生的二次污染物 O₃ 仍将是 对我国居民和自然生态环境有显著影响的主要污染物。虽然很早之前禁止使用含 Pb 汽油，但原来富集在地表土壤中的 Pb 依然存在，而且随着土壤风沙扬尘污染而悬浮在环境空气中，同时我国当前铅冶炼企业、铅蓄电池企业、有色冶炼企业等排放铅的污染源还大量存在。苯并[a]芘主要来自煤等化石燃料、生物质燃料等的燃烧排放，随大气颗粒物扩散，在环境空气中分布普遍，而且对人体具有强致癌作用，有必要继续保留。虽然我国颗粒物的环境空气质量考核以 PM₁₀ 为主，但我国西北地区总悬浮颗粒物污染严重，而且近年来城市大规模基础设施建设过程中的扬尘污染也较重，有必要保留一段时间。基于以上考虑，上述 8 项污染物项目将被保留。

4.3.3 氟化物指标

氟化物在我国属于局地大气污染物，人为源主要为钢铁厂、磷肥厂、陶瓷厂、铝冶炼厂、砖厂、玻璃厂等排放源，并对污染源附近的生态环境，尤其是对牧草、农作物、桑树叶等产生影响，并进而影响牲畜和蚕的生长。在我国，氟化物是包头等地区的特征污染物，自现行标准实施以来，包头市长期坚持氟化物的监测和污染治理，污染物浓度水平已经显著下降，而广大的非特征污染区域内氟化物浓度水平通常低于标准，而且也很少开展此项污染物的环境监测。在这种情况下，国家制定这种局地特征污染物环境空气质量标准的必要性已经不大，如果继续坚持实施，不但会增加全国环境空气质量监测的负担，而且还会增加监测成本，占用监测资源。在国际上，目前仅有加拿大制定了氟化氢的环境空气质量标准。因此，本次修订建议废除此项污染物项目，由地方人民政府通过制定地方环境空气质量标准。

4.3.4 PM_{2.5} 指标

当前，我国环境空气颗粒物污染严重，不但 TSP 浓度水平较高，而且 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 浓度水平也较高。图 1、图 2、图 3 是我国 TSP、PM₁₀ 和 PM_{2.5} 浓度水平情况。图 4 为 1960~1988 年美国环境空气中 TSP 浓度情况。

图 1~图 3 说明，我国环境空气 TSP 污染和 PM₁₀ 污染问题没有全面解决的情况下，而

PM_{2.5}污染问题也异常严重。目前我国 TSP 污染较重地区主要集中在西藏、青海、新疆、内蒙古、宁夏、甘肃、陕西等西部少数几个省、自治区，主要是由于土壤风沙扬尘造成。2008 年，113 个重点环境保护城市中，仍有 30%的城市 PM₁₀ 达不到现行二级空气质量标准，基于 50%的比例折算，83%的城市年均浓度达不到 WHO 的过渡时期目标 1 的目标值 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，100%的城市年均浓度达不到过渡时期目标 3 的目标值 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和准则值 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。我国大气污染呈现出了压缩型特征。

美国 1971 年制定实施 TSP 环境空气质量标准，在 1987 年采用 PM₁₀ 替代该污染物项目时，全国监测站点环境空气中 TSP 平均浓度水平仅为 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，也就是说，在其已经解决了 TSP 污染问题后，才开始实施 PM₁₀ 空气质量标准，解决 PM₁₀ 的环境空气污染问题。1997 年发布 PM_{2.5} 环境空气质量标准，此时美国 PM₁₀ 的日平均浓度水平约为 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与当时发布的 PM_{2.5} 环境空气质量标准日均浓度限值 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 接近，也即是在基本解决了 PM₁₀ 环境污染问题后才着手解决 PM_{2.5} 的环境空气污染问题。欧盟的情况也类似。目前国际上除了加拿大外，凡是制定 PM_{2.5} 环境空气质量标准的均不在实施 TSP 空气质量标准。

目前我国 TSP 和 PM₁₀ 浓度水平较高，两种污染物的污染问题还未根本解决。我国 PM_{2.5} 污染较重，全国 113 个重点城市 2008 年年均浓度均远高于 WHO 的准则值，仅有 2 个城市年均浓度低于过渡期-2 目标值，如果制定实施 PM_{2.5} 环境空气质量标准，将大范围超标。我国还未展开对 PM_{2.5} 的环境空气质量监测工作，缺少监测基础。因此，从全国的角度制定实施 PM_{2.5} 环境空气质量标准仍然较早。已有的科学研究表明，当前我国 PM_{2.5} 污染较重的地区主要集中在京津冀、长江三角洲、珠江三角洲地区，以及山东半岛、辽宁中南、中原、长江中游（武汉城市圈）、海峡西岸、川渝和关中等地区城市群 PM_{2.5} 污染较重，本次修订标准建议这些区域的省级人民政府制定地方 PM_{2.5} 环境空气质量标准，待全国 TSP 和 PM₁₀ 污染水平显著降低，全国 PM_{2.5} 污染治理条件成熟时，制定实施 PM_{2.5} 的环境空气质量标准。但为满足新形势下环境空气质量的需求，本次修订将考虑 PM_{2.5}，并制定出不具法律效力的参考限值，仅供各地区参考，以促进 PM_{2.5} 环境空气质量监测。

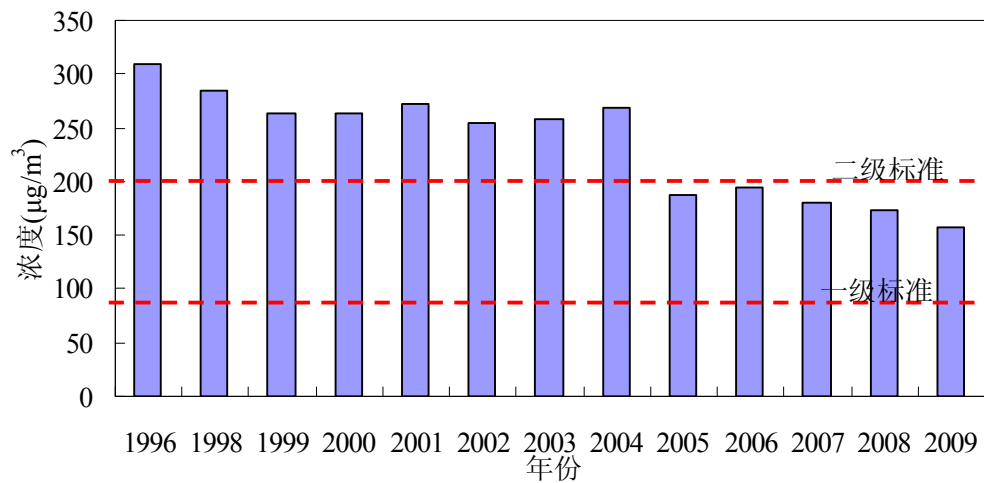


图1 全国主要城市 TSP 年均浓度情况

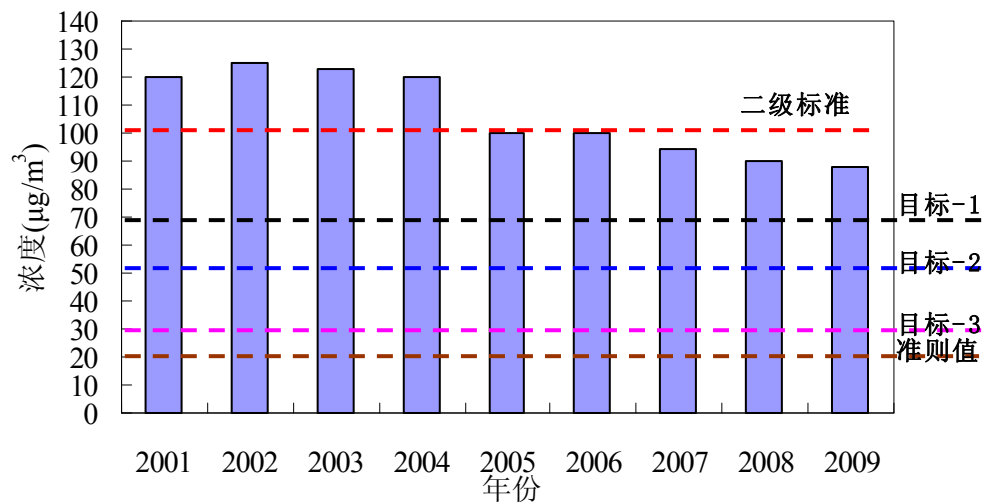


图2 全国主要城市 PM₁₀ 年均浓度情况

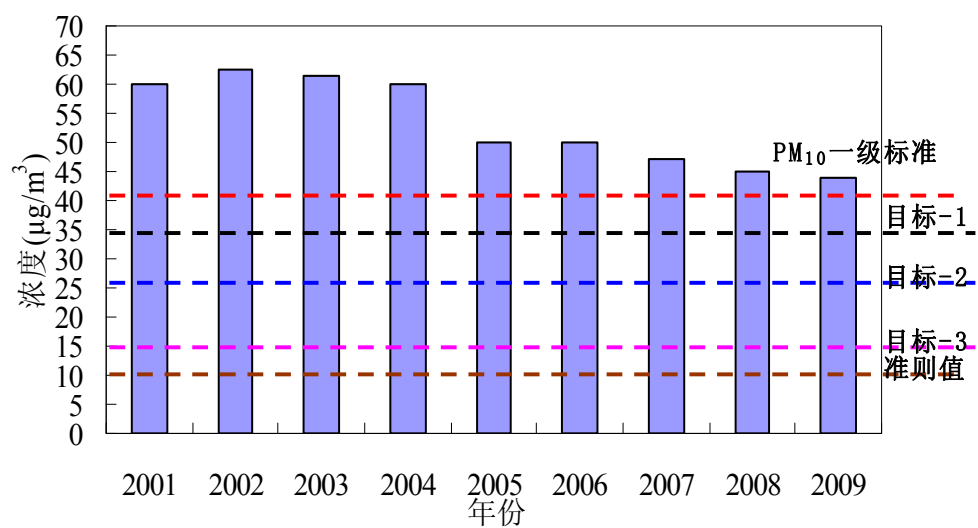


图3 全国主要城市 PM_{2.5} 年均浓度情况（基于 PM₁₀ 年均浓度的 50%）

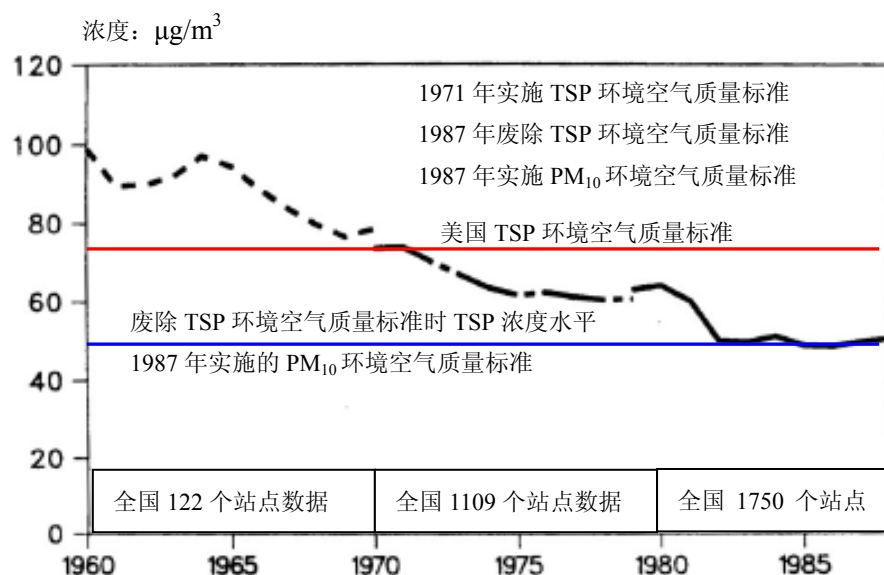


图4 1960~1988 年美国环境空气中 TSP 浓度情况

4.3.5 NO_x指标

我国自 1982 年制定大气环境空气质量标准开始，就规定了 NO_x 指标，并在 1996 年标准修订时保留了该污染物项目，增加了 NO₂ 指标。但考虑到国际上多采用 NO₂ 指标，2000 年修改国家环境空气质量标准时，取消了 NO_x 及其限值。根据表 2，至今为止，国际上除了欧盟外，很少发现环境空气质量标准中有 NO_x 指标。

当前，我国所有报告 NO₂ 的环境空气质量监测城市的 NO₂ 浓度水平较低，年平均在 20~40µg/m³ 之间，主要集中在 30µg/m³ 左右，113 个中等年城市日均浓度值一般在 70µg/m³ 以下。因此，无论年均浓度还是日均浓度，均不超标。据统计，随着我国机动车保有量的快速上升、燃煤消费量的持续增加等，NO_x 的排放量是持续增加的，2000 年至 2007 年，NO_x 排放量增加了近 80%。由于 NO_x 污染将加重环境介质酸化、水体富营养化、地面 O₃ 污染、细颗粒物污染，影响气候变化，因此必须加强 NO_x 污染控制。

燃烧源排放的 NO_x 主要为 NO。NO 进入环境空气中迅速被 O₃ 等氧化剂氧化成 NO₂，而 NO₂ 又会被还原成 NO 等，但最终在环境中稳定的 NO_x 气体是以 NO₂ 的形式存在，环境空气中 NO₂ 在 NO_x 中的比例通常在 2/3 以上，而且 NO₂ 的毒性是 NO 的 5 倍。因此，目前国际上几乎所有国家都将 NO₂ 作为环境空气质量标准的指标，将 NO_x 作为控制指标的仅有欧盟，而且是根据氮沉降临界负荷确定的限值，旨在保护生态植被。

对于 NO_x 指标，本次标准修订公开征集意见，有关于恢复该指标的建议，主要原因是认为城区监测点没有反映出 NO₂ 真实浓度水平。美国、欧盟等国家和地区认为，城市交通源是城市 NO_x 最大的排放源，排放出的 NO 能够在很短的时间内反应生成 NO₂，并扩散到

环境空气中，NO₂ 浓度也随即降低到城市背景水平，因而城市区域 NO₂ 浓度最高点通常在城区，而非郊区，而且研究认为道路附近的 NO₂ 浓度要比远离道路附近的地方浓度高出 30~100%。因而这些国家都加强了道路附近监测站点的设置。

必须指出的是，包括美国等发达国家对于 NO_x 的控制，除了在控制 NO₂ 时提出控制 NO_x 要求外，更重多的是在控制 O₃ 中提出更加明确的 NO_x 控制要求。例如《美国清洁空气法》第 2 分部分对臭氧不达标地区的额外规定中就对 NO_x 提出了明确的要求。

基于上述考虑，本次修订标准仍保留 NO₂，不恢复 NO_x。但为了在一定程度上满足环境管理需求，本次修订增加 NO_x 浓度的参考限值。

4.3.6 有毒有害污染物指标

有毒有害污染物多属于局地污染源排放，绝大多数不具有普遍性，因此作为国家环境空气质量标准中的指标并不合适，因此，本次修订将根据国际上的环境空气质量标准和 WHO 空气质量准则中的污染物指标选取一部分，给出参考限值，利于环境空气质量管理。这些污染物指标主要来自欧盟和日本的环境空气质量标准，以及 WHO 空气质量准则。

4.4 SO₂ 空气质量的修订

4.4.1 SO₂ 污染现状

欧洲内陆偏远地区 SO₂ 24 小时平均浓度值为 10μg/m³，但年均值低于 2μg/m³。由于大量使用高烟囱，大范围污染空气扩散造成欧洲很多地区 SO₂ 年均浓度超过 25μg/m³。欧洲多数城市 SO₂ 年均浓度在 10~45μg/m³，日均浓度在 40~140μg/m³。近年来亚洲地区环境空气中 SO₂ 的浓度从 20μg/m³ 到 200μg/m³ 不等。

根据 2001~2008 年国家环境状况公报，我国城市空气中的 SO₂ 年日均浓度在 1~389μg/m³，但自 2005 年以后，全国城市年日均浓度最大值开始逐渐降低，2008 年为 40μg/m³。我国 2001~2008 年 SO₂ 浓度水平情况见表 3。

表3 我国环境空气中 SO₂ 浓度水平情况 (浓度单位：μg/m³)

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
统计城市数量	341	343	340	342	522	559	557	519
浓度范围	1~384	2~303	2~283	1~284	1~389	1~167	1~130	1~105
达标城市比例(%)	80.7	77.6	74.4	74.3	81.8	83.8	85.6	89.4
全国平均浓度值	45	43	49	49	42	56	52	40
重点城市平均浓度值	52	51	63	63	57	53	52	48

2008 年，全国城市空气中 SO₂ 浓度年均值在 1~105μg/m³ 范围内。全国城市 SO₂ 年均浓度分布区间较宽，城市间污染程度差异较大，但基本上集中在 10~60μg/m³ (年均值二级

标准)区间, 占城市比例的 89.2%, 其中在 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 附近分布的城市比例最高。目前贵州、河北、山西、湖南、四川等 5 省区参加统计的全部城市中 SO_2 未达到二级标准的比例超过 20%。我国二氧化硫的污染尚未完全解决, 部分地级以上城市的污染仍较严重。

4.4.2 现行环境空气质量标准的控制水平

SO_2 是世界各国都控制的典型环境空气污染物, 图 5 是与美国等国家、地区 SO_2 的浓度限值的比较。

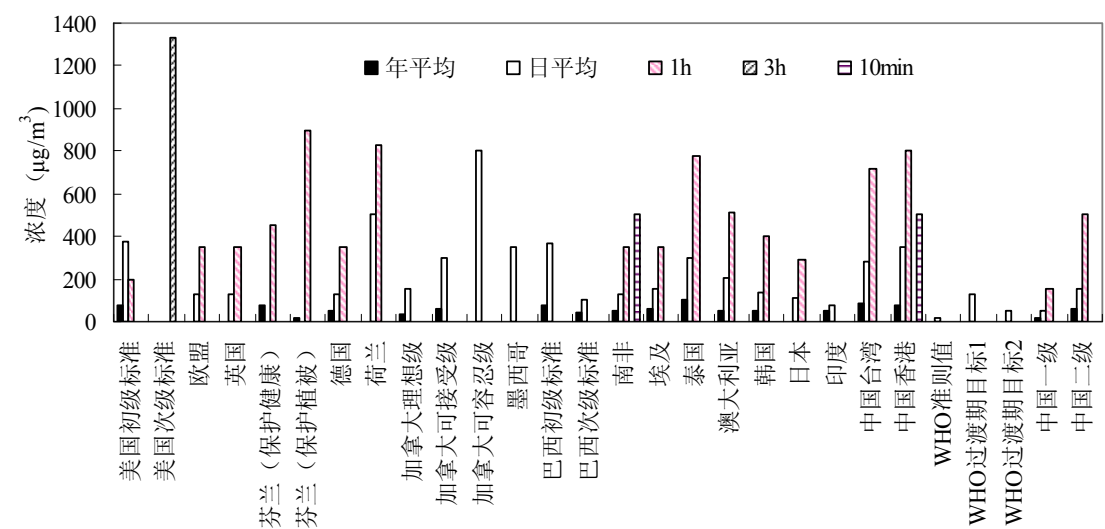


图5 国内外 SO_2 环境空气质量标准

我国设立了 1 小时浓度限值, 日均浓度限值和年均浓度限值, 而 WHO 升级后的准则仅有日均浓度限值和 10 分钟浓度限值。中国日均浓度限值是 WHO 准则值的 2.5~12.5 倍, 一级标准与过渡期目标 2 的 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 相同, 而二级标准都比过渡期目标 1 和目标 2 高, 相比 WHO 升级后的 SO_2 基准。

各国家和地区 SO_2 1 小时浓度限值为 $150\sim 800\mu\text{g}/\text{m}^3$, 日均浓度限值为 $50\sim 400\mu\text{g}/\text{m}^3$, 年均浓度限值为 $20\sim 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。我国无论 1 小时浓度限值, 日均浓度限值还是年均浓度限值, 一级标准都是最严格的, 是其他国家和地区浓度限值的 18~52%; 而二级标准则处于中间偏严水平。因此, 可以看出当前我国现行一级和二级 SO_2 的浓度限值在国际上并不宽松, 在全国仍有一部分城市 SO_2 未全面达标前, 修订限值的必要性不大。

4.4.3 SO_2 的危害与基准

SO_2 对人体健康的影响主要表现在呼吸系统疾病, 严重者导致人和动物的死亡率增加等方面; 对植物的影响主要表现为对植物内部生理活动的抑制作用, 影响植物的生长发育及叶面伤害等方面。此外还对金属材料造成腐蚀, 使建筑材料出现瘢痕失去光泽。

涉及运动性哮喘的对照研究表明,短至 10 分钟 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的 SO_2 暴露就会诱发一定程度的肺功能和呼吸道症状的改变;对照试验表明,在单独的 SO_2 作用下,可观察到人体对 SO_2 产生反应的最低浓度为 $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。早期评估逐日死亡率、发病率或肺功能改变与 SO_2 日平均浓度的关系是以流行病学研究为基础的,然而在这种研究中人群通常是暴露在混合污染物中。1987 年以前,由于尚不能区分各种污染物对健康效应的贡献,所以 SO_2 的浓度限值是与颗粒物(PM)的浓度限值相关联的;通常认为在有 PM 存在的情况下,观察到哮喘病人哮喘发作增多的最低 SO_2 日均浓度为 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$,但最近流行病学研究证实了 PM 和 SO_2 各自独立的健康效应,WHO 由此认为 SO_2 日平均浓度应低于 $125\mu\text{g}/\text{m}^3$ 才对人体无害。

对于长期暴露,目前还没有确定的阈值。最新证据表明燃料中硫含量的降低将引起健康危害效应显著降低(如儿童呼吸系统疾病和全人群死亡率);在香港、伦敦进行的一项关于心脏病入院的时间序列研究表明在 $5\sim 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内没有得到 SO_2 日平均浓度的健康效应阈值;在加拿大 12 个城市中, SO_2 24 小时平均浓度与日死亡率密切相关, SO_2 的平均浓度仅为 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (浓度最高的城市也低于 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$);1982-1998 年在全美 126 个城市中进行的队列研究观察到, SO_2 与死亡率之间存在密切关系,而在这些城市中, SO_2 的平均浓度为 $18\mu\text{g}/\text{m}^3$,最高浓度为 $85\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。但大量的研究表明,当 SO_2 的长期浓度值超过 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时可引起呼吸系统疾病患者死亡率增加,呼吸系统发病率增多等现象。

敏感植物在短期(8 小时)暴露下能观察到产生影响反应的最低 SO_2 浓度为 $130\mu\text{g}/\text{m}^3$,对于长期暴露来说,农作物的最低浓度为 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$,森林和自然植被年平均和冬季不能超过 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$,然而对于青苔、地衣、苔藓来说,年均浓度 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 是其最低浓度。

综上所述,保护人体健康短期暴露 10 分钟的标准应低于 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$,日均浓度标准应不超过 $125\mu\text{g}/\text{m}^3$,年均浓度标准不应超过 $85\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。保护自然植被的短期和长期浓度应分别不超过 $130\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $10\sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.4.4 SO_2 标准的修订结果

原环境空气质量标准中 SO_2 的取值时间分为年、日和小时,一级标准分别为 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$,二级标准分别为 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。虽然 WHO 的准则值进行了加严,但考虑到我国现行标准一级标准在国际上最严,二级标准处于中等偏严水平,而且,我国全国有 10% 左右的城市不达标,113 个重点环保城市中约 24% 的城市不达标,在当前我国全面实施 SO_2 总量控制,并不断强化脱硫控制措施的情况下,环境空气中 SO_2 浓度水平还将会进一步下降,建议本次暂不修订标准。因此, SO_2 的标准仍为:

一级标准:年均浓度限值 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$;日均浓度限值 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$;小时浓度限值 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

二级标准：年均浓度限值 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；日均浓度限值 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；小时浓度限值 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.5 PM_{10} 、TSP和 $\text{PM}_{2.5}$ 空气质量标准的制修订

4.5.1 主要来源

颗粒物的来源可以分为天然源、人为源和混合源。天然源主要包括地面扬尘、火山喷发所释放出的火山灰、大风或干旱所引起的沙尘以及植物的花粉、孢子等；人为源主要是燃料燃烧过程中形成的烟尘、飞灰，工业生产过程中所散发出来的原料或产品微粒，汽车尾气中的含 Pb 化合物等；混合源是指既受到自然力作用又受到人力作用而排放的颗粒物，主要是扬尘。在不同的国家和地区，可吸入颗粒物的来源因各自的经济水平、能源结构、工艺方法以及管理水平等的不同而差别很大，通常贡献率比较大的几种排放源是：燃煤烟尘、冶金工业、汽车尾气、物料转运、建筑施工以及地面扬尘等。

大气颗粒物的产生方式有两种：由污染源直接排出的一次颗粒物和由气态的 SO_2 、 NO_x 等前体物通过大气化学反应生成的二次颗粒物。一次颗粒物的主要化学成分是有机碳(OC)、元素碳(EC) 和矿物质等，它们化学性质相对稳定，在源与受体之间经历的化学变化很小，环境浓度在总体上与其排放量成正比；其来源包括燃烧过程、矿物质的加工和精炼过程以及工业无组织排放等，其它的一些源如建筑、农田耕作、风蚀等的地表尘等，主要排放粗颗粒物，而对细颗粒物的贡献相对较小。二次颗粒物一般集中在爱根核模态和积聚模态中。 $\text{PM}_{2.5}$ 中的二次颗粒物主要包括硫酸盐、硝酸盐、铵盐和半挥发性有机物等。二次硫酸盐颗粒物很稳定，而硝酸铵和由半挥发性有机物生成的二次颗粒物因具有挥发性而在气、粒之间转化，保持化学平衡。

据统计，水泥工业、民用生物质燃烧、燃煤排放是我国 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的最主要排放源，水泥工业、砖瓦工业和石灰工业的建材工业对 TSP 的排放大大高于其他行业。

北美洲部分城市地区的颗粒物来源贡献研究表明，硫酸铵、硝酸铵和机动车尾气是 $\text{PM}_{2.5}$ 的主要来源，达到 50~75%，而粗颗粒物 40~60%来自于土壤风沙交通扬尘。

4.5.2 自然背景

美国西部，年均自然背景质量浓度 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 分别为 $4\sim 8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $1\sim 4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，东部地区大概是 $5\sim 11\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $2\sim 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。据估计欧洲地区 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的自然浓度大约分别为 $4\sim 8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $1\sim 2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，城市背景点 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度水平在 $11\sim 13\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，城市背景点浓度 $15\sim 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2007 年在青藏高原东北部的瓦里关 PM_{10} 日均浓度为 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，2006 年有研究人员分析浙江临安、黑龙江龙凤山的区域背景站的 PM_{10} 认为， PM_{10} 的区域背景为年均 $67\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，

4.5.3 城市区域浓度水平

发达国家和地区 PM_{10} 年均浓度和日均浓度水平都普遍较低，例如美国 1987 年以来， PM_{10} 的年均浓度通常都在 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，日均浓度都在 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2001 年欧洲地区农村监测站点 PM_{10} 平均浓度通常低于 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而且有一半的站点低于 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；城市监测点最高年平均浓度为在 $23.1\sim 103.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，且 80% 以上的站点低于 $71.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最大第 36 位最高日均浓度值在 $39.7\sim 180\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，且 70% 以上的监测站点低于 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，交通站点 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度在 $20\sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。发展中国家中曼谷 PM_{10} 平均为 $80\sim 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，拉丁美洲和加勒比海地区在 $30\sim 118\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间。

根据 2001~2008 年国家环境状况公报，我国城市的 PM_{10} 年日均浓度平均在 $88\sim 125\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，自 2002 年以后，全国城市年日均浓度逐渐降低，自 2005 年以后，均低于国家环境空气质量二级标准，但却高于 WHO 的准则值以及三个过渡期的目标值。2005 年至 2008 年，每年的年日均浓度是 WHO 准则值的 4.4~5 倍；分别是过渡时期目标-1、目标-2 和目标-3 的 1.2~1.4 倍、1.7~2 倍和 2.9~3.3 倍。我国 2001~2008 年我国环境空气中 PM_{10} 浓度水平情况见表 4。

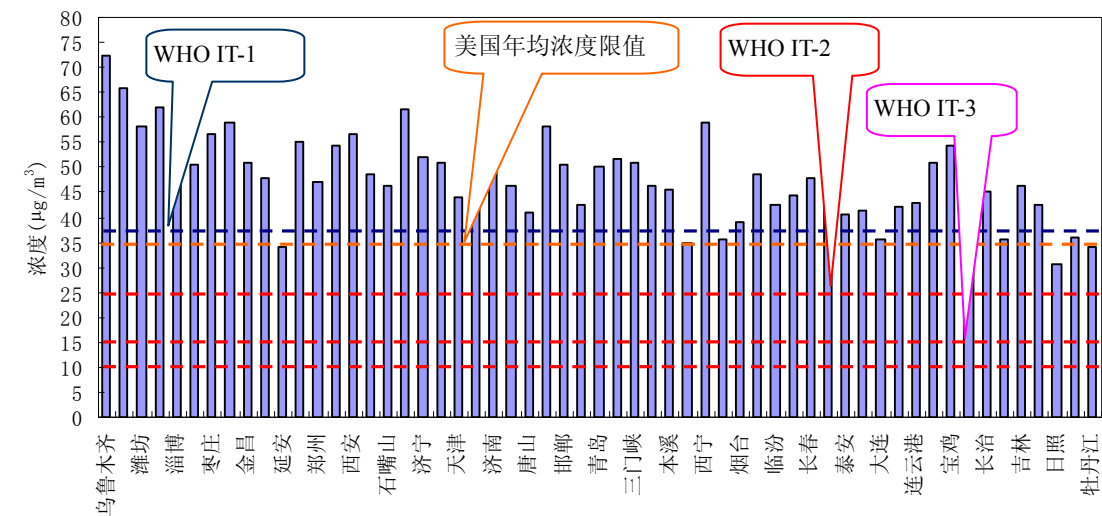
表4 我国环境空气中 PM_{10} 浓度水平情况 (浓度单位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
统计城市数量	73	164	227	275	399	559	557	519
浓度范围	35~260	31~493	22~490	8~440	7~339	120~363	22~496	14~216
达标城市比例(%)	46	36	43.2	48	64.2	66.4	78.3	84.4
全国平均浓度值	—	124	113	107	99	100	94	90
重点城市平均浓度值	116	126	120	115	100	100	94	89

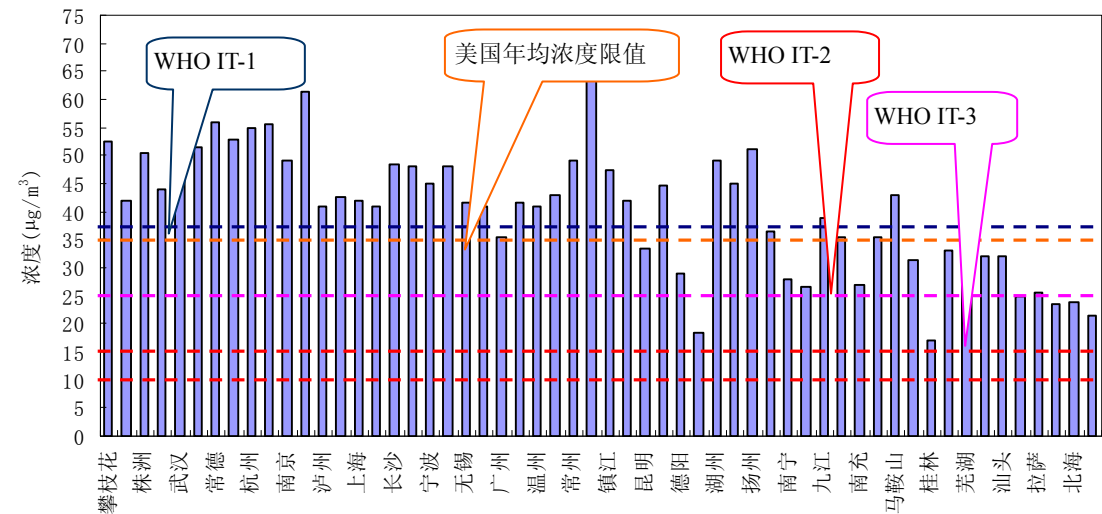
2008 年，全国城市空气中 PM_{10} 浓度年均值在 $14\sim 216\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内，监测的 519 个大陆城市中基本集中于 $60\sim 120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 区间，占城市比例的 89.4%；其中在 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ （年均值二级标准）附近的城市比例最高而且分布较为集中，占城市比例的 34.6%。另外在 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ （接近年均值二级标准）附近的城市比例也较高，占城市比例的 28.7%。可吸入颗粒物的超标城市比例高于二氧化硫。陕西、宁夏、湖北、新疆、湖南、内蒙古、甘肃等 7 省区参加统计的全部城市中 PM_{10} 未达到二级标准的比例超过 20%。

根据 WHO，发展中国家 $\text{PM}_{2.5}$ 在 PM_{10} 中的比例占 50%，按此折算，图 6 为 2008 年 113 个城市 $\text{PM}_{2.5}$ 环境空气质量情况，全国 113 个重点城市达到 WHO 各目标值和准则值的情况见表 5。可以看出 2008 年全国 113 个重点城市 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度水平全都超过 WHO 过渡目标 1 及 WHO 的准则值，仅分别有 19 个和 6 个城市分别达到 WHO 过渡期目标 1 和过渡期目标

2。



(a) 北方城市



(b) 南方城市

图6 2008 年 113 个城市PM_{2.5}环境空气质量情况

表5 2008 年全国 113 个重点城市 PM_{2.5}环境空气质量状况

	WHO 过渡目标 1(35µg/m ³)	WHO 过渡目标 2(25µg/m ³)	WHO 过渡目标 1(15µg/m ³)	WHO 准则 (10µg/m ³)
达标城市	桂林、柳州、海口、湛江、北海、珠海、拉萨、韶关、南充、南宁、德阳、日照、深圳、泉州、汕头、绵阳、昆明、延安、牡丹江	桂林、柳州、海口、湛江、北海、珠海	无	无
未达标城市数量	94 个	107 个	113 个	113 个

4.5.4 现行环境空气质量标准的控制水平

由于绝大多数发达国家已经废除总悬浮颗粒物的空气质量标准，因此只比较 PM_{10} 的标准。图 7 是中国与美国、欧盟等国家、地区环境空气质量标准的对比。

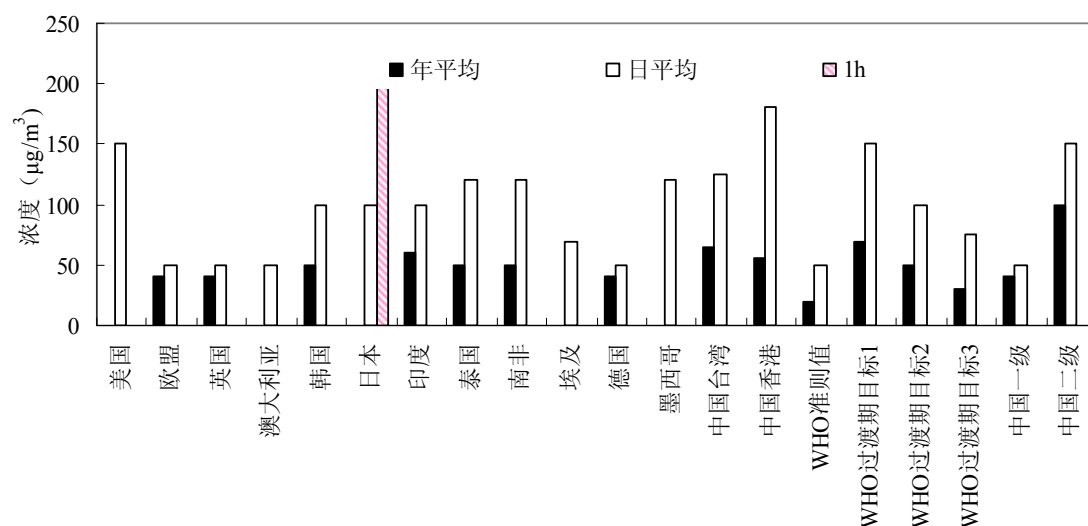


图7 国内外 PM_{10} 环境空气质量标准

从日均浓度限值来看，我国一级标准与 WHO 准则值相同，但二级是 WHO 准则值的 3 倍；从年均浓度限值来看，我国一级、二级标准浓度限值分别是 WHO 的 2 倍和 5 倍；同时，我国二级标准日均浓度限值则处于 WHO 提出的过渡期第一阶段目标值水平，年均浓度限值仍比 WHO 高出 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

美国、欧盟、英国、澳大利亚、韩国、日本、中国台湾、中国香港都设置了 PM_{10} 的日均浓度限值 ($50\sim 180\mu\text{g}/\text{m}^3$)。中国一级标准日均浓度限值与欧盟、英国持平，比美国、韩国、日本、中国香港、中国台湾低 $50\sim 130\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；但中国空气质量评价主要执行的二级标准日均浓度限值除比中国香港低 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与美国持平外，比其他国家或地区都高 $20\%\sim 100\%$ ，年均浓度限值比其他国家或地区高 $50\sim 400\%$ 。此外，除日本规定了 1 小时浓度限值 ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) 外，其余均没有规定小时浓度限值。

总之，我国保护人体健康的二级标准无论是日平均还是年平均浓度限值在国际上相对较宽，而一级标准则较严。

4.5.5 危害与基准

总悬浮颗粒物 TSP 包括了粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物和粒径小于等于 $10\mu\text{m}$ 的可吸入颗粒物 PM_{10} 。由于大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物质量较大，易沉降到地面，在环境空气中的存留时间短，因而对人体健康的影响相对 PM_{10} 要小得多，而且通常 PM_{10} 在 TSP 中的比例在 80% 左右，

因而 TSP 的健康基准实际上主要是 PM_{10} 的基准。由于 TSP 的健康影响较小，因而近年来有关 TSP 基准研究的鲜有报道，颗粒物基准的大量的研究报道集中在 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 上面。

颗粒物对环境产生的危害主要包括人体健康效应、植物和生态系统影响、能见度降低以及材料的腐蚀等。

颗粒物对健康的影响范围很广，包括对心血管系统、呼吸系统、儿童发育、肺癌死亡率等。直接影响包括肺损伤和发炎、气道反应增多和哮喘加重、对呼吸感染易感性的增加。细颗粒物对健康的影响还包括造成的肺损伤导致心血管效应、心律不齐、心脏异常等，以及造成的肺炎、血凝度增加等导致血液动力学效应。同时，燃烧源细颗粒物及其它环境细颗粒物的短期暴露可能会加重长期健康效应，如致癌毒性、基因毒性等。颗粒物暴露对过早死亡及呼吸系统疾病入院率、学校缺勤率、旷工率等都有影响，还与宿主防卫机制相关。最新流行病学研究表明，短期细颗粒物暴露与过早死、呼吸系统疾病入院率、急诊量及对肺功能的影响有关。总的来说，不同的健康反应与不同特性的颗粒物相关。

大量的科学研究表明，无论在发达国家还是在发展中国家，不论长期暴露或短期暴露，目前城市人群所暴露的颗粒物浓度水平对健康会产生有害效应。流行病学把 PM_{10} 作为人群暴露的指示性指标。 PM_{10} 是代表可进入人体呼吸道的颗粒物，包括两种粒径即 $PM_{10-2.5}$ 和 $PM_{2.5}$ 。人体对环境空气中的 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 暴露主要通过呼吸途径，导致呼吸系统疾病和循环系统疾病，短期暴露造成的急性健康效应包括心肺病日死亡率、发病率、症状出现率、入院率的增加；长期暴露的健康效应主要包括死亡率与呼吸疾病的发病率增加。目前大量的研究证实， $PM_{2.5}$ 与上述健康效应的相关性比 $PM_{2.5-10}$ 的相关性要更显著，国际上关于颗粒物的基准主要以流行病学调查为主，而且以 $PM_{2.5}$ 的基准研究结果推出 PM_{10} 基准。

根据目前大量的流行病学研究结果，仍然不能确定 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 健康效应阈值。国际上最权威的研究是美国癌症协会（ACS）和哈佛六城市研究结果，该两项研究表明 $PM_{2.5}$ 的长期暴露与死亡率之间有很强的相关性。根据哈佛六城市研究结果，各城市长期暴露于平均最低浓度 $11.0\mu g/m^3$ 和 $12.5\mu g/m^3$ 的 $PM_{2.5}$ 的人群具有相似的暴露危险性；而平均浓度 $14.9\mu g/m^3$ 的暴露人群的危险性显著增加，这就意味着年均浓度在 $11\sim 15\mu g/m^3$ 之间的范围内会出现预期的健康效应；WHO 根据上述研究及其它科学文献，确定年均浓度 $10\mu g/m^3$ 可被作为可能产生健康效应的平均浓度，并以此浓度作为年均浓度的准则值，但由于没有健康效应的阈值，因此即便低于 $10\mu g/m^3$ 也不能保证完全消除不利的健康风险，而只能预期显著降低健康风险。WHO 根据 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 约为 50% 的原则确定了 PM_{10} 的年均浓度准则值为 $20\mu g/m^3$ 。

对于短期暴露的急性效应来说,多方面的研究认为,心肺病等急性疾病的发病率和死亡率与 PM_{10} 的相关性显著。据在 2001 年欧洲 (29 个城市) 和 2000 年美国 (20 个城市) 进行的多城市研究报道, PM_{10} 的短期暴露浓度每增加 $10\mu g/m^3$ (24 小时均值), 死亡率将分别增加 0.62% 和 0.46%。对来自西欧和北美之外的 29 个城市的资料进行 Meta 分析发现, PM_{10} 每增加 $10\mu g/m^3$ 将导致死亡率增加 0.5% (Cohen et al., 2004)。亚洲城市的研究结果为 PM_{10} 每增加 $10\mu g/m^3$ 死亡率增加 0.4%。这些发现表明健康风险与 PM_{10} 的短期暴露有关, 并且这种相关性在发达国家和发展中国家是相似的, 即日平均浓度每升高 $10\mu g/m^3$ 就会使死亡率增加约 0.5%。依据上述研究证据, WHO 根据 PM_{10} 的年均浓度与 24 小时平均浓度的分布关系, 确定了 PM_{10} 24 小时准则值为 $50\mu g/m^3$, 并进而确定 $PM_{2.5}$ 24 小时准则值为 $25\mu g/m^3$ 。因此, 当 PM_{10} 浓度达到 $150\mu g/m^3$ 时预期日死亡率会增加 5%, 当浓度达到 $100\mu g/m^3$ 时预期日死亡率会增加 2.5%, 当浓度达到 $75\mu g/m^3$ 时, 预期日死亡率会增加 1.2%。

环境空气中的颗粒物对光线具有散射和吸收作用, 从而使能见度下降; 细颗粒物的影响比粗颗粒物显著; 而且颗粒物的浓度、组分及环境湿度都对能见度下降产生影响。在美国, 能见度为 40~60km 时, $PM_{2.5}$ 的浓度范围为 20~ $10\mu g/m^3$ 。当 $PM_{2.5}$ 浓度为 35~ $40\mu g/m^3$ 时, 城市能见度高于 20km。当 $PM_{2.5}$ 浓度低于 $20\mu g/m^3$ 时, 能见度在 25~35 km 之间。

颗粒物通过干湿沉降一方面对生态系统产生影响, 另一方面对建筑材料产生腐蚀作用。颗粒物在植物和土壤上的沉积可以产生直接或间接的生态系统反应, 导致生态系统结构形态和生态过程功能的改变。颗粒物中的硫酸盐和硝酸盐通过沉降进入土壤后, 改变能量流和营养物质循环, 抑制营养物质吸收, 改变生态系统结构和影响生态系统多样性。

4.5.6 修订结果

中国与发达国家的大气颗粒物污染特征并不相同, 发达国家主要是 $PM_{2.5}$ 污染, 而且主要来源于燃烧源及二次颗粒物; 而中国不但有 TSP 空气污染、 PM_{10} 空气污染, 而且还有 $PM_{2.5}$ 空气污染。

由于 WHO 给出的准则较为严格, 全球发展中国家短期内难以达到, 因此 WHO 给出了三个过度期目标值, 如果达到这些目标值, 相应的健康风险也将显著降低。颗粒物是我国的大气首要污染物, 一直以来浓度水平都比较高, 如果标准限值与 WHO 的准则值一致, 全国绝大部分城市都难以达到, 因此本次颗粒物浓度限值的修订标准在考虑 WHO 的准则值的基础上尽可能延续现行标准。

对于取值时间, 虽然新的基准研究表明 PM_{10} 长期暴露与人体健康效应相关关系不如 $PM_{2.5}$ 明显, 但那些研究主要是基于 $PM_{10-2.5}$ 在 PM_{10} 中占有较大比例的颗粒物, 而且我国全

面实施 $\text{PM}_{2.5}$ 的标准还为时尚早，同时，国际上大多数国家仍然保留了 PM_{10} 标准的年均浓度限值，因此本次修订仍然保留长期暴露的取值时间，即年平均。由于 24 小时平均浓度水平与短期的健康效应之间关系显著，与大多数国家一致，仍然保留日平均的取值时间。

现行 PM_{10} 一级标准年和日均浓度限值分别为 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。年均浓度比 WHO 准则值高 1 倍，但国际上年均浓度限值处在 $40\sim 65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，我国处于下限值；日均浓度与 WHO 准则值持平，而且在国际上基本处于较为严格的水平。从保护能见度的水平考虑，将一级标准按 50%折算成 $\text{PM}_{2.5}$ 的浓度水平，根据美国提出的能见度与 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度关系，能见度可达 40~60km，因此，本次修订维持一级标准浓度限值不变。

现行 PM_{10} 二级标准年和日均浓度限值分别为 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。年均浓度限值比 WHO 准则值高 4 倍，在国际上处于最宽水平；日均浓度限值比 WHO 准则值高 2 倍，国际上日均浓度在 $50\sim 180\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，与美国持平，基本上接近上限值。2008 年，虽然国家 PM_{10} 平均浓度水平已经低于现行标准，但我国 113 个重点环保城市的年平均浓度在 $34\sim 145\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，超过现行标准的城市有 35 个，占重点城市数量的 30%，可见我国城市颗粒物污染水平仍然较为严重，还有很大的改善空间，而且这些年均浓度超标的城市，通常日均浓度也较高。根据国际上最新的基准研究结果， PM_{10} 长期暴露与健康效应关系并不明显，因此，虽然我国现行 PM_{10} 年均浓度限值在国际上较宽，但考虑到我国城市的污染水平，建议暂维持不变，相应的 PM_{10} 日均浓度限值也维持不变，待全国绝大部分城市 PM_{10} 都达标的情况下，再进一步修订该指标的浓度限值。

对于 $\text{PM}_{2.5}$ ，本次修订只给出 $\text{PM}_{2.5}$ 的参考限值。根据 WHO，发展中国家 $\text{PM}_{2.5}$ 在 PM_{10} 中的比例一般为 50%，基于上述修订后的 PM_{10} 一级和二级标准， $\text{PM}_{2.5}$ 一级标准理论上应为 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二级标准为 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。首先，二级标准日均浓度参考值 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 是合适的，而且与 WHO 第一阶段过渡期目标值一致。根据 WHO，相应的二级标准年均浓度参考值应为 $37.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而国际上的年均浓度限值为 $15\sim 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，由于 $\text{PM}_{2.5}$ 长期暴露对人体健康损害较为严重，又由于该浓度限值为参考值，因此，年均浓度限值适当严一些是可行的，此外，2007 年在青藏高原东北部的瓦里关 PM_{10} 日均浓度为 $24.85\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，2006 年有研究人员分析浙江临安、黑龙江龙凤山的区域背景站的 PM_{10} 认为， PM_{10} 的区域背景为年均 $67\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，如果按 50%折算，则 $\text{PM}_{2.5}$ 的背景浓度水平应在 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右，甚至更低。基于以上考虑，建议二级标准年均参考值为 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这样 $\text{PM}_{2.5}$ 的二级参考值略严于 WHO 的第一阶段过渡期目标值。

对于我国的 $\text{PM}_{2.5}$ 一级标准，要求在任何情况下均不发生有害健康和生态环境影响，因

此一级标准的限值应尽可能严格。目前，国际上 $\text{PM}_{2.5}$ 的年均浓度限值为 $15\sim 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值为 $25\sim 65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。理论上， $\text{PM}_{2.5}$ 一级标准年均和日均分别为 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中日均浓度与 WHO 的准则值一致，而年均浓度比 WHO 准则值高出一倍。必须指出的是 WHO 的年均准则值过于严格，目前，发达国家无一采用此限值，因此，建议为 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与国际上发达国家的标准下限值一致，也与 WHO 第三阶段过渡期目标值一致。

基于上述考虑，此次修订 PM_{10} 、TSP、 $\text{PM}_{2.5}$ 环境空气质量标准浓度限值分别为

PM_{10} 一级标准：年均浓度限值 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$

二级标准：年均浓度限值 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$

TSP 一级标准：年均浓度限值 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$

二级标准：年均浓度限值 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\text{PM}_{2.5}$ 一级标准：年均浓度限值 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$

二级标准：年均浓度限值 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.5.7 基于新修订标准的空气质量评价

2008 年，全国城市空气中 PM_{10} 浓度年均值在 $14\sim 216\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内，监测的 519 个大中城市基本集中于 $60\sim 120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 区间，占城市比例的 89.4%；其中在 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ （年均值二级标准）附近的城市比例最高而且分布较为集中，占城市比例的 34.6%。另外在 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ （接近年均值二级标准）附近的城市比例也较高，占城市比例的 28.7%。陕西、宁夏、湖北、新疆、湖南、内蒙古、甘肃等 7 省区参加统计的全部城市中 PM_{10} 未达到二级标准的比例超过 20%。全国 113 个重点环保城市中，仍然有 30% 的城市 PM_{10} 年均浓度值超过 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， PM_{10} 达标任务依然艰巨。

按照 $\text{PM}_{2.5}$ 在 PM_{10} 中的比例 50% 折算，2008 年，全国 113 个重点环保城市 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度在 $17\sim 72.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，达到二级标准参考值的城市 20 个，达标比例仅为 18%，大部分城市难以达标。

4.5.8 颗粒物环境空气质量监测

4.5.8.1 监测点设置

应严格按照《环境空气质量监测规范》（试行）的规定设置各类颗粒物监测点。 $\text{PM}_{2.5}$ 的监测点位设置可参考 PM_{10} 和 O_3 的监测点位设置，或与其共有监测点。

4.5.8.2 监测方法

对于手动监测方法，TSP 和仍然采用《环境空气总悬浮颗粒物测定 重量法》(GB/T 15432)，对于，目前正在制定《环境空气 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 的测定 分级采样—重量法》，以配套本标准。

对于自动监测方法，PM₁₀和PM_{2.5}可采用微量震荡天平法（TEOM）、β射线法。

4.5.9 颗粒物环境空气质量达标措施

颗粒物是我国的首要空气污染物，必须采取切实有效措施控制颗粒物排放。根据颗粒物的来源控制，必须大力控制一次来源颗粒物及二次来源前体物的排放。

4.5.9.1 一次来源颗粒物排放控制

提高动力煤洗选率，减少颗粒物排放；加大水泥行业颗粒物污染治理力度；深化钢铁行业颗粒物污染治理；强化电厂和工业锅炉高效除尘；动员社会力量，控制扬尘污染；大力推广沼气、太阳能等清洁能源，禁止露天焚烧，控制农村面源颗粒物排放；坚持实施生态建设工程，防沙治沙，恢复生态；加大城市绿化建设，逐步消除城市内的裸露地面。

4.5.9.2 二次来源前体物的排放控制

采取有效措施显著削减火电厂、交通源、工业锅炉以及工艺过程中NO_x排放。全面控制工业挥发性有机物排放，包括石油化工、汽车涂装、铸造焊接、半导体制造、电子产品制造、木制家具制造、人造板制造、制鞋、天然革和合成革加工、塑料包装印刷、有机精细化工等行业，包括生产、使用和储存过程中挥发性有机污染物的排放控制；加强机动车VOCs的排放控制，提高车辆排放控制水平，完善在用车管理体系，加强在用车污染控制，发展清洁能源车辆，提高清洁能源比重；加大防治加油站的排放控制；鼓励推广使用环保型装修涂料，严格控制干洗设备任何单元的有溶剂滴漏或泄漏；推广环保型固态农业溶剂。

4.5.9.3 制定并实施相关政策、标准

根据我国经济技术承受能力，进一步严格各类污染源颗粒物排放标准；制定有力环境保护政策，加强颗粒物污染组织排放控制；制定或修订较为严格的火电厂、机动车、非道路机械设备、工业锅炉以及涉及产生NO_x工艺过程的NO_x排放标准；建立覆盖全面的VOCs排放标准体系，制定并实施各类污染源VOCs排放标准。

4.6 NO₂ 空气质量的修订

4.6.1 污染现状

4.6.1.1 主要来源

NO_x的自然来源主要为细菌分解有机物，以及闪电、火山爆发和森林、草原失火过程中产生的。氮氧化物的人为源主要是燃料燃烧和工业生产工艺过程中产生的。燃烧源燃烧产生的主要为NO，NO₂通常仅占NO_x5%左右，然而，NO进入环境空气中后迅速被氧气或O₃等氧化成NO₂。我国NO_x人为排放源主要为电力、热力的生产和供应业（即主要包括火电厂和工业锅炉燃烧排放源）、机动车尾气排放源，以及工业生产工艺过程排放源。根据我国《第一次全国污染源普查公报》，2007年，我国氮氧化物排放总量达到1797.7万吨，其中

火电厂和工业锅炉排放源与机动车尾气排放源的排放量占到总排放量的 72%左右, 机动车尾气排放约占总排放量的 30%。美国 2005 年全国氮氧化物排放量 1800 多万吨。其中化石燃料燃烧、电厂、机动车尾气排放达到 1200 多万吨, 占总排放量的 67%, 机动车排放占总排放量的 36%; 此外, 美国非道路机械排放量占总排放量的 22.8%。可见, 我国与美国氮氧化物排放总量相差不大, 但我国工艺过程的排放量比美国排放量大得多, 而机动车排放则比美国低。

4.6.1.2 自然背景及城市区域浓度水平

全球近地层和对流层空气中 NO_2 背景值约在 $0.4\sim 10\mu\text{g}/\text{m}^3$, 但大气中的 NO_2 背景值随季节、气象和地理环境条件而不同, 例如美国东部地区区域背景点冬季 NO_2 背景值在 $1.9\sim 28\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间, 而夏季仅在 $0.7\sim 2.3$ 之间 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2002 年欧盟主要城市 NO_2 平均浓度在 $14\sim 44\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间, 第 19 百分位最高 1 平均浓度城市区域平均为 $32\mu\text{g}/\text{m}^3$, 街道站点平均为 $59\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。墨西哥城 2002 年各监测点平均浓度 $27\sim 77\mu\text{g}/\text{m}^3$, 平均 $51\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。非洲城市区域交通排放是 NO_2 的主要来源, 开罗城市区域 $25\sim 83\mu\text{g}/\text{m}^3$, 而街道站点的浓度则在 $75\sim 83\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间; 南非典型城市如开普敦、约翰内斯堡等城市日平均浓度在 $100\sim 160\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间, 而坦桑尼亚 8 个监测站点白天小时平均浓度在 $150\sim 350\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间。澳大利亚 28 个城市年平均浓度在 $11\sim 18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。亚洲典型城市 NO_2 平均浓度在 $23\sim 77\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间, 2002 年, 加尔各答平均浓度为 $77\mu\text{g}/\text{m}^3$, 新德里 $49\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2005 年新德里各监测点平均浓度在 $31\sim 83\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。雅加达周平均浓度则在 $20\sim 70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间, 而日峰浓度则为 $446\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

根据 2001 年以来我国国家环境状况公报和美国环保局的报告, 中美两国环境空气中 NO_2 平均浓度水平均在 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下, 美国自 2001 年以来, 环境空气中 NO_2 持续缓慢下降, 而我国总体上稳定在 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右, 具体见图 14。需要说明的是, 我国主要反映的是城市环境空气中 NO_2 的浓度水平, 而美国则反映了城市和区域环境空气中 NO_2 的浓度水平。根据环境保护部环境质量报告书, 2001 年以来, 我国城市空气中的 NO_2 年日均浓度在 $2\sim 77\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间波动, 但全国年际平均浓度变化不大, 所有报告城市均达到国家环境空气质量标准二级标准, 具体见图 8。

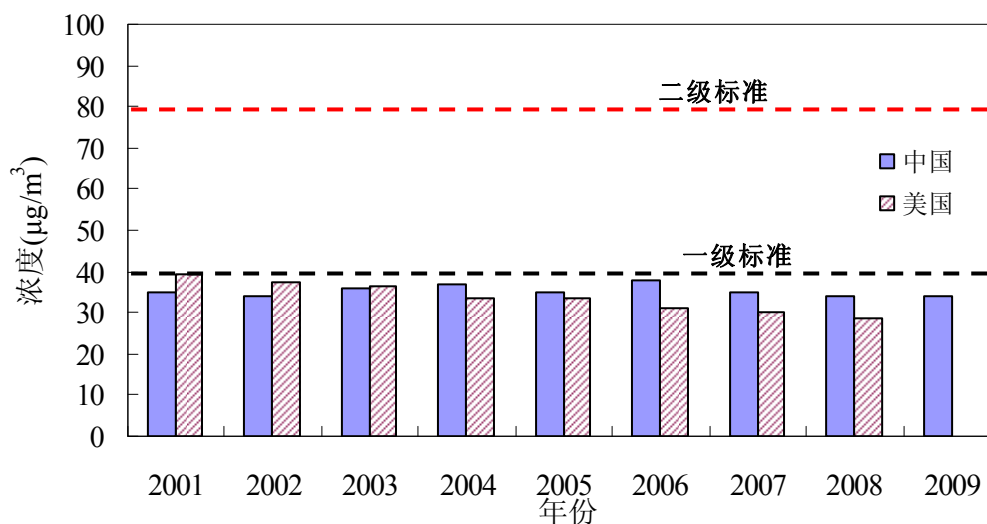


图8 近年我国和美国环境空气中 NO₂ 平均浓度水平

2008 年，全国城市空气中 NO₂ 浓度年均值在 2~65μg/m³ 范围内，达到一级标准的城市比例占 88.8%，达到二级标准的城市占 11.2%；地级以上城市和县级城市的污染级别分布情况差别不大；全国城市 NO₂ 年均浓度分布区间较宽，城市间污染程度差异较大，主要集中在位于 15~40μg/m³（年均值一级标准）浓度之间成正态分布，占城市比例的 83.2%，其中在 25μg/m³ 附近分布的城市比例很集中。2008 年全国 113 个重点城市 NO₂ 浓度水平见图 15。113 个重点城市的年均浓度在 8~65μg/m³ 之间，都达到环境空气质量标准二级标准，但超过一级标准的城市达到 30 个，主要集中在京津冀、长江三角洲、珠江三角洲等地区。

4.6.2 环境空气中NO₂ 的浓度变化特征

首先，城市环境空气中 NO_x 的浓度存在一定的季节变化特征，尤其在四季分明的地区。大量研究已经表明，这些地区的城市通常冬季 NO₂ 浓度水平较高，而夏季浓度水平较低。图 9 是我国 2004 年~200 年 113 个重点城市 NO₂ 日均浓度变化情况。可以看出，我国城市较高的 NO₂ 浓度水平通常出现在冬季，而较低浓度水平则出现在夏季。

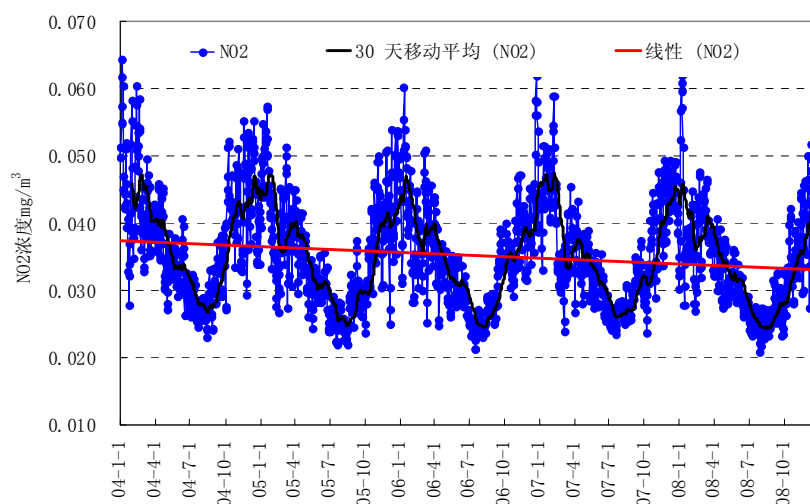


图9 全国主要城市环境空气中 NO₂ 日均浓度变化情况

其次，城市区域 NO₂ 浓度水平通常在交通繁忙时段较高。多数资料研究指出，大气中的 NO₂ 浓度峰一般出现在早晨和夜间，但工作日和周末也有区别。

再次，城市区域环境空气中 NO₂ 浓度水平较高的地方通常在道路附近，之后随着与道路的距离增加而迅速降低，最终达到城市区域背景水平。根据美国的研究报道，道路附近 NO₂ 的浓度水平可能比远离道路地方的浓度高 80%；具体的文献综述表明，尽管 NO₂ 峰浓度出现的低点与道路的实际距离随着交通流量、地形、路边特征、气象条件、光化学反应条件等变化，但 NO₂ 的浓度通常能够在距离道路 500 米内降低到区域背景浓度水平或典型城市背景浓度水平。通过大量的文献研究，美国 EPA 认为，道路附近 NO₂ 峰浓度通常比同区域内远离道路的地方 NO₂ 浓度高出 30~100%。

4.6.3 我国现行NO₂ 环境空气质量标准的控制水平

图 10 是中国、美国等国家、地区和组织 NO₂ 的环境空气质量标准浓度限值。可见，各主要国家、地区和组织都从年均、日均和 1 小时浓度限值对 NO₂ 污染进行控制。中国一级标准的年均浓度限值与 WHO 准则值相同，都是 40μg/m³，而二级标准是 WHO 的 2 倍；就 1 小时浓度限值而言，中国一级标准比 WHO 准则值低 80μg/m³，二级标准比 WHO 准则高 40μg/m³。

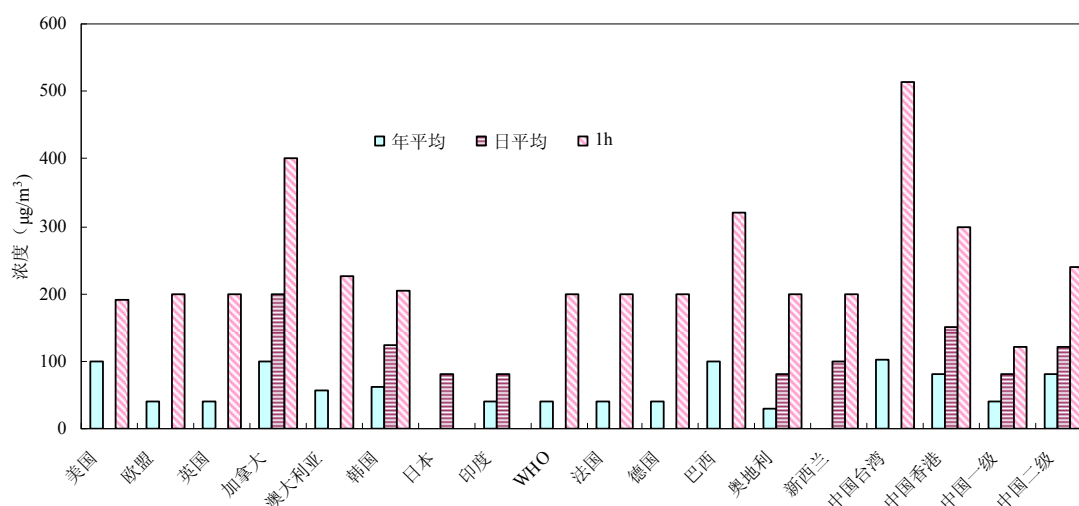


图10 NO₂的环境空气质量标准

其次，除 WHO 外，国际上 NO₂ 的 1 小时浓度限值为 120~850µg/m³，日均浓度限值为 60~200µg/m³，年均浓度限值为 30~100µg/m³；中国一级标准除日均和年均浓度限值比奥地利高外，与其它国家持平或者比其严格；而二级浓度限值则处于中间偏严水平。必须说明的是，美国等国家和地区 NO₂ 1 小时浓度限值是日最高允许浓度限值 190µg/m³，也即是每日 24 小时不能超过的浓度限值，而我国则为平均浓度限值，二级标准小时浓度限值 240µg/m³，而美国 1 小时日最高允许浓度则意味着日小时平均浓度为 100µg/m³ 左右，相对比我国严一些。我国一级标准浓度限值与欧盟、印度等多数国家持平；二级标准则比他们高出 1 倍，而仅比美国、加拿大、巴西、中国台湾略严。

4.6.4 环境基准

4.6.4.1 对植被、材料及能见度的影响

植被通过气孔吸收 NO_x，并溶解到孔穴水中形成硝酸盐和亚硝酸盐，并被还原成 NH₃，最终与有机物化合。一段时间内吸收太多的 NO₂，将会造成急性损害，形成坏疽。生物膜和叶绿体也可能被损害。但急性效应通常发生在较高浓度水平下，而环境中除了大型点源附近很少能观测到这种高浓度水平。根据上世纪美国的研究报道，NO₂ 对牵牛花、苜蓿、向日葵、烟草、柠檬树、橙树等短期影响的浓度阈限值为 940µg/m³，但当有 SO₂ 共存时，NO₂ 低于 940µg/m³ 时对植物生长速度、叶面损害都有不同程度的影响。例如美国冬季用敏感植物甘草试验，长期暴露在 210µg/m³ NO₂ 生长速度降低 25%；当在 290µg/m³ SO₂ 的环境中，萝卜、大豆、烟草、西红柿、燕麦暴露 210µg/m³ NO₂ 时，减产 30~90%；在 190µg/m³ NO₂ 和 262µg/m³ SO₂ 的环境中暴露 4 小时后，上述植物会发生轻度叶损伤。

沉降到生态系统的氮一旦发生变化将会造成系统营养状况的变化，产生生物后果，例如支持嗜氮物种、富营养化、酸化，如果生态系统不能消费过多的氮营养物质，硝酸盐将转移

到地下水和地表水，间接来说，通过 NO_x 形成的 O₃ 也将会损害植被、谷物、森林等。

研究表明，高温高湿条件下，短期暴露 NO₂ 浓度 940μg/m³ 时染纤维棉和黏胶氯纶严重退色；暴露在 380μg/m³ 8 小时可以造成轻度退色；NO₂ 浓度 190μg/m³ 时，对能见度有明显影响，通常认为 110μg/m³ 是对一般观察者影响能见度的临界点。2000 年以来，关于 NO₂ 对生态环境、植被、材料、能见度等方面的影响未见到新的报道，因此，基于上述分析，NO₂ 短期暴露植被、材料等的阈限值 940μg/m³，长期暴露的阈限值 190μg/m³。

4.6.4.2 对人体和动物的影响

动物毒理学实验数据指出，NO₂ 浓度低于 1880μg/m³ 的急性暴露，很少能产生可观察到的效应；一般来讲，浓度低于 1880μg/m³，急性暴露不会对正常人产生影响。NO₂ 会加重支气管反应，有些研究表明，在 NO₂ 浓度低至 376~565μg/m³ 水平下就会使反应增加。大量人体毒理学试验研究报道暴露于超过 500μg/m³ 的 NO₂ 可产生急性健康效应。尽管多个实验室报道可直接影响哮喘患者肺功能的 NO₂ 最低浓度为 560μg/m³，但对支气管反应性的研究提示，NO₂ 浓度在高于 200μg/m³ 时即可使哮喘患者支气管反应性增加。

动物研究表明，在 NO₂ 浓度低于 1880μg/m³ 的情况下，经过几周到数月的暴露对肺、脾、肝等器官以及血液造成影响；在 380~750μg/m³ 即可观察到细胞变化的生化指标改变。目前还没有流行病学研究结果来定量 NO₂ 浓度与儿童或成人健康效应之间的关系。对于 5~12 岁的儿童，在室内 NO₂ 周平均浓度为 14~128μg/m³ 或再搞一些的情况下，NO₂ 浓度每增加 28μg/m³，呼吸症状和疾病危险度会增加 20%，但这一研究结果存在较大不确定性，可能归因于短期高水平峰值的重复暴露，也可能归因于长期平均浓度的暴露，或者都有关系。但是室外研究结果一致指出，长期暴露 NO₂ 的儿童，表现出较长时期获悉症状增加与肺功能降低，有关结果清楚表明，儿童受到年平均浓度 50~75μg/m³ 或高一些的 NO₂ 暴露，会有呼吸效应。

根据美国基准文件，流行病学研究表明环境浓度水平或者接近该水平下，短期暴露 NO₂ 哮喘患者存在气道反应，长期暴露 NO₂ 与儿童呼吸系统疾病有关系。最近的研究提供的充足的科学证据表明，短期 NO₂ 暴露与呼吸系统疾病之间存在因果关系，这些研究中 NO₂ 年均浓度均在 100μg/m³ 以下，日均浓度主要在 6~134μg/m³ 之间，最高在 190~570μg/m³ 之间。

在近年的流行病学、临床和动物毒理学研究中观察到，暴露 NO₂ 后，暴露人群对病毒和病菌易感性风险增加，并损害人体主动防御和防疫系统；人体临床研究表明，暴露 3800μg/m³ 浓度以下 NO₂，将会出现气道炎症；最近过敏原诱导的哮喘临床研究表明，当暴露于低至 494μg/m³ NO₂ 30 分钟时，可以增强由过敏诱导的肺功能能衰退的敏感性，以及增加过敏原诱导的气道炎症反应；通常，健康成年人暴露在浓度为 2850~3800μg/m³ 的 NO₂

小时，以及哮喘患者暴露浓度为 $380\sim 570\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的 NO_2 30 分钟和 $190\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的 NO_2 60 分钟均可观察到显著的非特定气道高反应。

大量的研究一致表明，儿童室内和个体暴露在环境浓度水平下， NO_2 浓度与呼吸系统效应相关，这些研究中 24 小时平均浓度在 $34\sim 49\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，4 小时平均浓度为 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。对肺功能的影响健康成年人和儿童并不一致。流行病学研究表明，短期暴露于 $190\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下， NO_2 浓度与呼吸道疾病，尤其是哮喘急诊访问量及住院量呈正相关。目前的研究表明，对 NO_2 短期暴露与心血管疾病及死亡率之间相关性的证据并不充分。目前，流行病学和毒理学研究表明，长期暴露 NO_2 与呼吸系统发病率之间的关系并不明确；已有的流行病学和毒理学证据不能说明长期暴露 NO_2 与致癌、心血管和生殖效应之间的关系，也不能说明与死亡率之间存在明确的因果关系。虽然国际上开展了大量有关 NO_2 和呼吸系统健康效应之间的关系研究，但至今没有任何阈值的证据，这些研究中 NO_2 浓度低于 $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，也有浓度低于 $0.02\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的情况。

4.6.4.3 WHO NO_2 环境空气质量准则

1997 年，WHO 基于通常 NO_2 暴露肺功能小的改变，在对哮喘与慢性阻塞肺部疾病患者的研究中气道反映的变化，最低可观测效应水平范围 $365\sim 565\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由于在 $188\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的暴露水平，支气管收缩药物反应增加有统计学意义，而且在低于 $365\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时存在气道反应改变，因此建议取 50% 的安全量；同时 WHO 又结合人的临床数据综合考虑制定出急性暴露的 1 小时环境空气质量准则 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。已有的大量研究表明，难以建立长期暴露与健康效应之间的关系，但为保护公众免受慢性暴露的危害，WHO 根据审查建议，决定 NO_2 年平均浓度准则值为 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2005 年，WHO 发布《空气质量准则》认为， NO_2 作为一种空气污染物具有多重作用，通常难以或不可能将这些作用相互区分开。动物和人体实验表明短期暴露浓度超过 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，可引起显著的健康效应；同时动物实验研究也表明长期暴露高于室外浓度的 NO_2 时会引起健康危害；大量的流行病学研究采用 NO_2 作为燃烧相关混合污染物的标志物，尤其是在交通尾气和室内燃烧源研究中，均以 NO_2 作为标志物。在这些研究中任何观察到的健康效应也同样与其它的燃烧产物相关，如超细颗粒物、一氧化氮（NO）、颗粒物和苯。虽然在一些室内和室外空气污染研究中尝试只观察 NO_2 的健康危害，但却很难排除与其高度相关的共存污染物对健康危害的影响。大气中大部分的 NO_2 是由排放的 NO 迅速被 O_3 氧化后产生的。在碳氢化合物和紫外线存在的条件下， NO_2 是对流层中 O_3 和硝酸盐的主要来源，而硝酸盐是环境空气中 $\text{PM}_{2.5}$ 的重要组成部分，言外之意是应严格 NO_2 的标准。虽然如此，WHO 也没有足够有力的证据调整准则值，因此 NO_2 准则值保持不变，即年平均浓度为

40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，1 小时平均浓度为 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.6.5 修订结果

原环境空气质量标准（GB 3095-1996）制定时，考虑到 NO_2 对人体健康和动物影响的阈值浓度水平要低于对植物的影响，因此设置的一级和二级标准浓度限值相同，三级标准适当放宽。标准的定值依据是以保障人体健康的卫生学阈值为基准，参考 WHO 提出的最小安全系数 3~5 倍，同时考虑当时 NO_x 污染控制现状，结合 1981~1990 年 10 年 47 个城市 NO_x 数据，按照 $[\text{NO}_2]/[\text{NO}_x]$ 为 2/3 的比值推算出来。考虑到当时国际上的取值时间有保护人体健康的短期取值时间 1 小时、24 小时，也有重点保护植物的长期取值时间年平均，因此当时取了上述三种取值时间。

根据 NO_2 相关基准资料，植被、材料等短期暴露 NO_2 的阈值 940 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，长期暴露的阈值 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；根据人群流行病学和毒理学研究结果，短期暴露主要引起气道反应和呼吸系统反应，长期暴露与人体健康的关系目前只是提示性的，并没有充足的证据表明二者之间的关系。目前认为短期暴露 190 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下相对安全，但仍然不能完全保证不对人体健康影响；虽然呼吸系统健康效应与长期暴露的关系不明确，但仍然有研究表明 NO_2 浓度低于 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，提示 NO_2 浓度与婴儿呼吸系统症状间存在相关关系。基于上述分析，我国现行标准一级年均浓度 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，小时浓度 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 仍然是较为严格的，可以保护生态环境和人体健康。

现行的二级标准是 2000 年时将现行的一级标准放宽 1 倍制定的，分别是年均浓度 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，小时浓度 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。就短期暴露的小时浓度限值而言，已经高出 WHO 的准则值和相对安全的阈值浓度，长期暴露的年均浓度限值 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 也远高于相关基准研究中环境浓度水平。虽然长期暴露与健康效应之间的关系并不确定，但为有效保护人体健康，欧盟、印度等国家都将长期暴露的浓度限值定为 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与世界卫生组织的准则值一致。由于 NO_2 的影响不限于其本身对人体健康的影响，而且其通过促进 O_3 、含硝酸盐和亚硝酸盐细颗粒物的产生等方面间接影响人体健康和公共福利，因此应进一步加严我国的二级标准的浓度限值；同时，近两年，全国 NO_2 年均浓度平均在 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右，基于二级标准年均浓度限值 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，我国所有城市 NO_2 年均浓度水平 100%达标，不利于国家对 NO_x 排放控制。因此，此次修订建议将现行的二级标准浓度限值恢复为原来的浓度限值，即与一级标准浓度限值一致。修订后的标准为：

一级标准年均浓度限值 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、小时平均浓度限值 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

二级标准年均浓度限值 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均浓度限值 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、小时平均浓度限值 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.6.6 基于新修订标准的空气质量评价

根据 2008 年环境空气质量报告书，全国城市空气中二氧化氮浓度年均值在 $2\sim 65\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内，平均浓度 $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，低于修订后标准的年均浓度限值。519 个城市中，达到标准的城市比例为 88.8%，未达到标准的城市为 11.2%，其中 113 个重点城市中未达标的城市有 30 个，主要集中在京津冀、长江三角洲、珠江三角洲、成渝经济区等地区，而这些地区是主要的灰霾污染严重，属于我国联防联控的主要目标地区。

4.6.7 NO_2 环境空气质量监测

4.6.7.1 监测点设置

应严格按照《环境空气质量监测规范》（试行）的规定设置各类监测点。目前我国城市关于 NO_2 监测点的设置基本合理，但应对于不符合《环境空气质量监测规范》（试行）要求的监测站点进行调整，使设置的监测站点能够反映城市最高 NO_2 浓度水平，尤其是交通源产生的 NO_2 浓度水平；同时还应适当增加城市郊区和农村背景监测站点数量，反映区域 NO_2 浓度长期变化趋势。

4.6.7.2 监测分析方法

目前 NO_2 自动监测技术已经十分成熟，主要的方法原理为化学发光法和差分吸收光谱法，环境空气质量监测仪器最低检测限可达到 $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右，建议在全国所有 NO_2 监测站点全面普及自动监测分析方法。

对于手动分析方法，应采用环境保护部发布的环境标准分析方法《环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》（HJ 479—2009）。采用该分析方法时，空气中 NO_x 检出限为 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，当吸收液体积 50mL 时，采样体积 288L 时空气中 NO_x 检出限为 $6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，按照 $[\text{NO}_2]/[\text{NO}_x]$ 为 2/3 折算，环境空气中 NO_2 的检出限分别为 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；分析环境空气中 NO_2 的相对误差小于 $\pm 8\%$ ；对环境空气中 NO_2 进行分析时可能会受到 SO_2 和 O_3 的干扰。

4.6.8 NO_2 污染控制

NO_x 排放主要来自火电厂、交通源和工业锅炉，以及工艺过程。根据国际上的控制经验，我国应在以下几个方面开展 NO_x 排放控制工作。首先，在全国大力推进 NO_x 排放总量控制，尤其是在重点行业推进总量控制。我国对 SO_2 减排采取总量控制措施，取得了明显的社会和经济效果。因而，对于 NO_x 减排，也应实施总量控制，尤其是在火电厂等行业采取总量控制措施。其次，严格控制火电厂的 NO_x 排放。火力发电行业 NO_x 排放量占全国排放总量的 30%以上，是我国 NO_x 排放的主要来源之一，而美国仅占 20%左右，因此，控制我国火电厂 NO_x 排放量对于控制我国区域灰霾污染至关重要。对于火电厂 NO_x 排放控制，应

主要考虑采取修订《火电厂大气污染物排放标准》，加严 NO_x 排放限值，关停高排放的火电机组，对现役燃煤锅炉实施低 NO_x 燃烧技术改造；强化火电厂的 NO_x 排污收费政策，在有条件的地区开展火电厂 NO_x 排污交易试点工作等方面的控制措施。再次，加强交通源 NO_x 的排放控制。交通源 NO_x 污染控制主要有以下几个方面：建设绿色交通模式，优先发展公共交通；加严机动车排放标准，降低 NO_x 排放；完善在用车管理体系，实施 I/M 制度有效控制用车 NO_x 排放；发展混合动力等清洁能源机动车，提高清洁能源车辆的比重；加强非道路机动车管理，全面降低交通源排放水平。最后，大力发展自主知识产权的 NO_x 控制技术，推动我国 NO_x 控制行业发展。目前低 NO_x 燃烧技术和尾部排气脱硝技术主要掌握在欧、美、日等发达国家手中。因此，应基于国际 NO_x 控制技术的发展趋势和各种 NO_x 控制技术的特点及我国已有的研究成果，加快对国外先进 NO_x 控制技术的引进、消化、吸收和技术再创新，开发适合我国国情的具有自主知识产权的 NO_x 控制技术。

4.7 O₃ 空气质量标准的修订

4.7.1 来源和自然背景

O₃ 是地球大气中的一种微量活性气体，它是天然大气中重要微量组分，平均含量为 $0.01 \times 10^{-6} \sim 0.1 \times 10^{-6}$ （体积分数）。大气中的 O₃ 可分为两部分，一是距地面 10~50 km 的平流层中的 O₃，其中距离地面 20~30km 的臭氧层聚集了大气中 90% 的 O₃。二是距离地面 10km 以下对流层中的地面 O₃，通常浓度为 10~100ppb。近年来的研究表明地表 O₃ 浓度有普遍增加的趋势。

对流层 O₃ 一部分来自平流层输入，大部分是自然界（植物排放）和人类活动（如交通运输、石油化工、燃煤电厂、生物质燃烧等）向大气中排放的挥发性碳氢化合物及 NO_x 经一系列光化学反应而产生的。此外，其他如电弧焊接、高压静电、紫外灯等设备的使用，也会造成局部 O₃ 浓度的升高。

北京上甸子、黑龙江龙凤山、浙江临安、青海瓦里关是我国 O₃ 区域大气本底观测站，1994~2002 年瓦里关大气本底的地面 O₃ 平均浓度在 102μg/m³ 左右，并有逐年增加的趋势。龙凤山区域大气本底站测得的地面 O₃ 月均浓度为 75μg/m³，最大值达到 93μg/m³；2003 年 12 月~2004.11 月临安区域大气本底监测站近地面 O₃ 年平均值为 69μg/m³，O₃ 浓度各月的平均振幅在夏季达到最大 100μg/m³。

4.7.2 环境空气中的浓度水平

上世纪 80 年代以后，美国 O₃ 水平开始逐渐降低，1990~2001 年，O₃ 8 小时平均浓度水平始终维持在 164~178μg/m³ 之间，2002 年以后，O₃ 水平显著降低，2008 年达到 145.2μg/m³。

欧洲夏季农村和城市背景点都会出现浓度超过 $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的现象，夏季午后拉丁美洲大城市如墨西哥 O_3 浓度会有许多天超过 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

由于我国至今未开展全面的 O_3 环境空气质量监测，目前还没有数据反映全国环境空气中 O_3 的浓度水平。北京市 2001 年至 2002 年 O_3 小时浓度在 $14.4\sim 232\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，平均为 $88.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.7.3 现行环境空气质量标准的控制水平

图 11 是部分国家、地区和组织 O_3 的环境空气质量浓度限值。1997 年 WHO 经过大量的研究明确规定了能够防护 1 小时内的急性暴露的 O_3 的 8 小时环境准则值 ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$)，建议的过渡期目标值为 $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，取消了原来 1 小时准则值。随后，美国、欧盟等国家和组织制定了主要以连续 8 小时最高浓度限值为主的 O_3 的空气质量标准，这已成为世界各国 O_3 的环境空气质量发展的趋势；虽然加拿大、澳大利亚、中国香港、中国台湾都设了 1 小时浓度限值 ($160\sim 257\mu\text{g}/\text{m}^3$)，但由于任何 1 h 均难以准确反映全天 O_3 空气污染程度，而不断遭受质疑。中国现行标准修订时参考的是 1987 年的环境基准，仍然为 1 小时浓度限值；但随着 WHO 的 O_3 基准升级以及中国 O_3 污染日趋严重，任何 1 小时浓度限值已不能适应环境管理的需求，有必要调整 O_3 空气质量标准的取值时间及浓度限值。

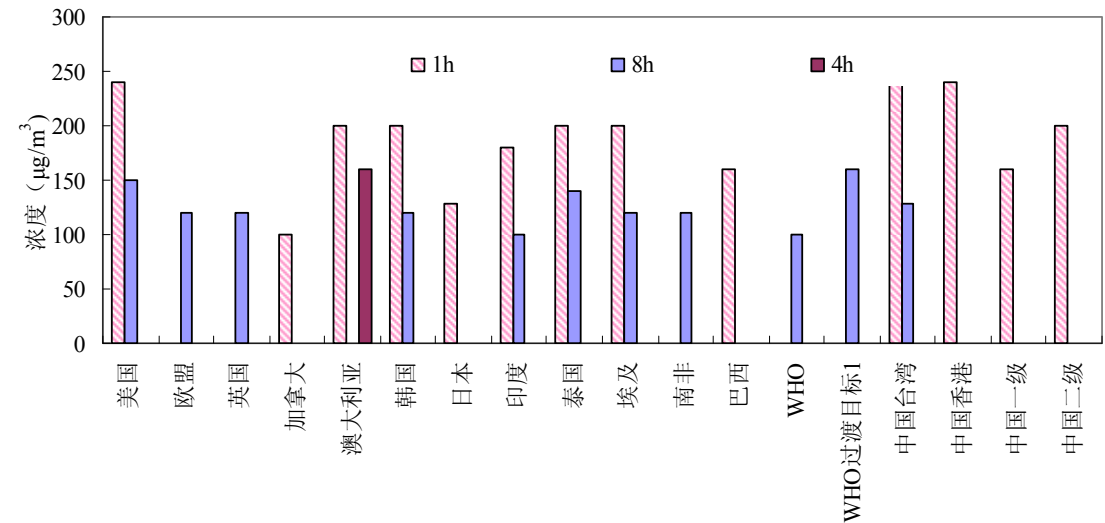


图11 O_3 的环境空气质量标准

4.7.4 O_3 空气质量基准

4.7.4.1 对人体和动物的影响

(1) 急性暴露健康效应 (1-3h)

O_3 的短期暴露会对气道反应和肺功能产生影响。相关毒性研究表明， O_3 暴露的直接后果为肺功能和气道抗氧化剂防御功能的降低。大量受控人体暴露研究显示， O_3 急性暴露 3h

使得一秒用力呼气容积(FEV1)降低的最低的可观察水平为 $245\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。运动期间 1-2h O_3 暴露产生 FEV1 降低的最小浓度为 $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。急性暴露条件下,哮喘和过敏性鼻炎患者在呼吸系统功能改变方面对 O_3 更为敏感。

O_3 1 小时暴露浓度每增加 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$,哮喘儿童呼吸困难的可能性增加 35%,胸部紧迫感增加 47%, O_3 暴露导致呼吸性疾病的剂量效应关系中存在最低的效应水平在 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右。 O_3 短期暴露与死亡率的相关性已在一些典型研究中得到证实,而研究对象大多数为老人。研究表明, O_3 浓度每增加 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$,由于呼吸性疾病导致的死亡率的相对风险在 0.23%~6.6%之间。

(2) 急性暴露暴露健康效应(6-8 小时)

最近的流行病学时间序列研究结果显示,日死亡率与 O_3 浓度存在弱的、正相关关系,并且 O_3 浓度 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下存在健康危害,但无明确证据显示阈值。实验室和现场研究结果显示, O_3 暴露产生的健康效应需要考虑个人对 O_3 的反应差异。对于敏感个体, O_3 浓度为 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 6~8 小时暴露下存在健康危害;根据时间序列研究, O_3 8 小时平均浓度达到 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,归因死亡人数比基线浓度 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时(估计的 O_3 背景浓度)增加 1~2%,在 $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ 浓度下,实验舱中进行间断运动的年轻人可检测到短暂的肺功能和肺的炎症性改变,归因死亡人数增加 3~5%。一些受控人体暴露研究显示,在 6.6~8 小时暴露情况下,产生可观察到的肺功能和气道发生显著变化的最低浓度在 $160\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上。动物实验研究也表明,经过几小时或几天 O_3 暴露后,动物(小鼠和猴)表现出细菌肺部感染加重、肺部形态改变等呼吸道变化,最低可观测效应水平范围为 $160\sim 400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.7.4.2 对植被的影响

大量研究表明环境中 O_3 能使植物叶片受到伤害,并且可以使得大量普通植物和经济作物产量降低,尤其一年生植物更为敏感(如大豆)。欧盟的一些研究利用累积性暴露 AOT40 统计指标研究了 O_3 的浓度水平与健康效应之间的关系,结果表明: O_3 AOT40 为 $5.7\text{ppm}\cdot\text{h}$ 暴露可造成小麦产量损失 10%,AOT40 为 $2.8\text{ppm}\cdot\text{h}$ 时能使小麦产量损失 5%,而在 1996 年欧盟认为 $3\text{ppm}\cdot\text{h}$ 为 AOT40 的临界值。除了对农作物产量的影响, O_3 也可造成一年生农作物品质和营养水平的降低。 O_3 暴露可导致农作物和观赏植物可售部分(marketable portions)可观察的症状的最低浓度水平在 $80\sim 200\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7h 平均)之间。对于多年生饲料作物, O_3 的暴露也会造成其产量的减少。在欧盟,6 个月期间的 O_3 AOT $7\text{ppm}\cdot\text{h}$ 被建议临时作为保护敏感性多年生草本植物免受 O_3 暴露导致有害效应的临界值。

很多植物对 O_3 比较敏感,在 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 浓度下暴露 8 小时,或在 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 暴露 1 小时,植物叶面可出现点彩状和青铜色伤斑。 O_3 对建筑材料、衣物及其他物质材料等有损坏作用,

如加速橡胶和塑料老化，使纺织品退色等。

4.7.4.3 对自然生态系统的影响

对流层 O_3 是生态系统的重要应激源。研究表明，它可对自然生态系统的生物条件、生态进程以及物理、化学的本质产生影响。然而，目前更多的研究集中在 O_3 暴露对生态系统组成部分的影响，而在生态系统演变、生物多样性和遗传多样性、生态系统与大气的相互作用等方面研究甚少，目前仍无关键的实例研究证据证明 O_3 的暴露会造成自然生态系统的改变。

4.7.5 修订结果

4.7.5.1 取值时间

原环境空气质量标准（GB 3095-1996）于上世纪末修订时，国际上已经集中研究了每日光化学烟雾持续时间一致的 6~8 小时的暴露影响，但当时的研究成果不充分，8 小时暴露对人体健康影响没有定论，因此当时发达国家多采用 1 小时的取值时间。自 1997 年后，无论是 WHO 还是欧美等发达国家根据大量的研究成果，确定了人体对 O_3 8 小时的健康影响及基准值，自此发达国家普遍采用 8 小时的取值时间。同时，8 小时的基准值能够防护 1 小时的急性暴露，因此很多国家同时取消了 1 小时的取值时间。当前我国机动车尾气排放量持续增加，光化学烟雾污染在重点地区及大中城市日趋严重，因此在 O_3 对人体健康影响的环境基准已经确定的情况下，本次修订将增加 8 小时滑动平均值。考虑到我国城市 O_3 浓度水平持续增加，在不利气象条件下，短期内可能出现严重危害人体健康的浓度水平出现，因此，本次标准修订保留 1 小时取值时间，保护人体免受短期急性暴露产生的健康影响，并可以提示公众和环境管理部门采取措施，保护健康。

4.7.5.2 浓度限值确定

（1）8 小时浓度限值的确定

根据美国 EPA 大量较长期（6-8 小时） O_3 暴露的人体、动物的健康资料，可以得到 EPA 的 8 小时健康基准为 $120\sim 400\mu g/m^3$ ，而植物的暴露基准在 $80\sim 200\mu g/m^3$ 之间，而 O_3 对生态自然系统的影响是长期的。

目前，国际上 O_3 的 8 小时浓度限值在 $100\sim 150\mu g/m^3$ 之间。近年来许多国家都有加严了 O_3 的 8 小时浓度限值的趋势。2005 年 WHO 将 8 小时 O_3 准则值由 $120\mu g/m^3$ 调整为 $100\mu g/m^3$ ，认为尽管在该浓度可能产生一些不利的健康影响，但浓度水平下可以充分保护公众的健康。美国 2008 年将 8 小时 O_3 浓度限值由 $160\mu g/m^3$ 调整为 $150\mu g/m^3$ ，并将继续加严。欧盟于 2002 年规定 8 小时 O_3 浓度限值为 $120\mu g/m^3$ 。

综合 O_3 的 8 小时基准与标准资料，以及根据我国 O_3 的背景浓度水平，建议本次标准修

订 O₃ 的 8 小时平均浓度限值一级标准定为 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，该浓度水平条件下是可以保护生态植被和人体健康的。

二级标准目的是保护人体健康。对儿童、少年、青年的现场研究表明，O₃ 浓度在 120~240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或更高浓度的短期暴露会导致肺功能降低；在浓度为 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的情况下，成人经过 6.6 小时暴露健康效应有统计学意义，对最敏感的个体，在 4~5 小时内预期功能降低 50% 以上；因此，能够保护人群健康，尤其易感人群健康的 O₃ 浓度应不超过 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。因而欧盟等国家和地区都将保护人体健康的浓度限值定为 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

发达国家在制定 O₃ 空气质量标准时，因短期内难以达到，通常都是制定目标值，分阶段达到保护人体健康的浓度限值。我国处于快速工业化和城市化阶段，近年来 O₃ 前体物排放量持续增加，全面控制其增速还需要一定时间，因而，目前我国保护人体健康的 8 小时浓度限值不宜过于严格，高度发达的美国经过 11 年的时间才将其保护人体健康的浓度限值由 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 加严到 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，基于以上考虑，建议我国保护人体健康的二级标准 8 小时浓度限值定为 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与 WHO 的过渡期目标值一致。该浓度限值在国际上虽然相对较宽，但基本上能够达到保护公共健康的作用。但从长远角度考虑，未来应进一步加严该污染物的浓度限值。

必须说明的是，国际上的 8 小时浓度限值指的是日最大 8 小时浓度限值，因此，本标准也与国际接轨，标准中的 8 小时浓度限值为日最大 8 小时浓度限值。

(2) 1 小时浓度限值

根据美国 EPA 在对大量的 1-3 小时 O₃ 暴露研究提出 1 小时平均 O₃ 浓度基准为 150~245 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，认为 245 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为 O₃ 急性暴露 3h 而使得 FEV₁ 降低的最低的可观察水平。1987 年 WHO 将 O₃ 1 小时标准值调整为 150~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。我国现行的空气质量标准 O₃ 小时平均浓度限值为一级标准 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二级标准为 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。结合 O₃ 急性暴露的健康资料、我国现行标准规定限值以及我国 O₃ 污染的现状，本次标准修订维持现行 1 小时标准，即一级标准为 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二级标准为 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.7.6 修订结果

综合上述基准与标准资料，根据我国 O₃ 污染现状及发展趋势，一级标准 8 小时浓度限值定为 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，能够起到保护自然生态环境和人体健康的作用。二级 8 小时浓度限值定为 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。由于采用全天滑动 8 小时最大值不能超过上述标准值，相应的全天滑动 8 小时浓度值的平均值将比上述浓度限值低，应在其中值附近。根据 WHO 的基准，该浓度水平基本上能够达到保护公众健康的作用和公共福利，而且体现了与国际接轨的思想，相对较为

严格。1 小时平均浓度值维持不变。修订后 O₃ 环境空气质量标准为：

日最大 8 小时浓度限值：一级标准 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二级标准 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

1 小时浓度限值：一级 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二级 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.7.7 日最大 8 小时平均浓度值定义

鉴于本次标准修订 O₃ 采用 8 小时平均浓度限值，因此准确定义 8 小时浓度限值很有必要。国际上美国、欧盟等发达国家 O₃ 空气质量标准均采用日最大 8 小时平均浓度，且 8 小时平均为连续 8 小时 O₃ 浓度的平均值。美国环保局 1998 年发布的《Guideline for Selecting and Modifying the Ozone Monitoring Season Based on an 8-hour Ozone Standard》规定了 8 小时平均浓度限值的计算方法。该导则规定 O₃ 的起始小时计算浓度从午夜（24:00 或 0:00）开始，第一个连续 8 小时即为：C_m、C₁、C₂……C₇，第 2 个连续 8 小时为：C₁、C₂……C₈，以此类推，每天的最后一个连续 8 小时即为：C₂₃、C_m、C₁……C₆，因此每天共 24 个连续 8 小时，也即有 24 个 8 小时平均浓度。每天 24 个 8 小时平均值中最大值即为 O₃ 日最大 8 小时平均浓度。本次标准修订拟采用美国有关 O₃ 日 8 小时平均的计算方法，8 小时平均浓度限值可定义为“一个自然日内（0:00-24:00）分别以 0:00、1:00、2:00……23:00 作为起始计算时点连续 8 个污染物小时平均浓度的算术平均值”。按照这种计算方法，尽管两个自然日会有几个小时浓度数据的重叠，O₃ 8 小时平均数据保持时间上的连续。

4.7.8 O₃ 环境空气质量监测

4.7.8.1 监测站点设置

我国 O₃ 环境空气质量监测点位设置的基本要求可以参考《环境空气质量监测规范》（暂行）中的要求，包括点位设置的数量、点位本身的具体要求等，但必须说明的是，由于 O₃ 为二次污染物，其浓度较高的地方通常不再其前体物排放源附近，而是在其下风向，因此除了在城市居住区设置 O₃ 环境空气质量监测点外，更重要的是要在城市郊区和农村设置一定数量的监测点。

4.7.8.2 监测分析方法

（1）手动分析方法

原标准采用的手动分析方法已经废除，本标准采用新制定的监测分析方法标准《环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法》（HJ 504—2009）和《环境空气 臭氧的测定 紫外光度法》（HJ590—2010），这两种分析方法的检测限和测定上下限都适用于修订后的 O₃ 浓度限值。

（2）自动监测

目前 O₃ 自动监测技术已经十分成熟，主要的方法为紫外荧光法、差分吸收光谱分析法

(DOAS)，建议在全国所有 O₂ 监测站点全面普及自动监测分析方法。

4.8 CO空气质量标准的修订

4.8.1 污染现状

欧洲地区 CO 年均浓度 1.5mg/m³，最高达到 8.4mg/m³，最大 8 小时平均浓度 8.6mg/m³，最高达到 44mg/m³。

我国由于未全面开展 CO 的日常监测，因此全国 CO 的浓度水平数据较少。根据我国北京市环境空气质量日报，该地区 2001 年至 2002 年 CO 小时浓度在 0.8~56.5μg/m³ 之间，平均为 4.75μg/m³。

4.8.2 现行环境空气质量标准控制水平

图 12 是美国等国家和地区环境空气质量标准中 CO 的浓度限值。由于 CO 对人体健康的影响以急性效应为主，因此 WHO 给出了 15 分钟、30 分钟，1 小时和 8 小时的准则值，分别为 100mg/m³，60mg/m³，30mg/m³ 和 10mg/m³。中国一级、二级 1 小时浓度限值相同，都为 10mg/m³，比 WHO 的准则值严格。各主要国家和地区对 CO 主要设了日均浓度限值，8 h 浓度限值和 1 小时浓度限值，1 小时浓度限值为 10~40mg/m³，中国的标准最为严格；除中国外，都设置了 8 小时浓度限值（10~24mg/m³）；只有日本和中国（二级标准）设置了日均浓度限值，分别为 12mg/m³ 和 4mg/m³。整体上看，中国 CO 的浓度限值在国际上已经比较严格，修订的必要性不大。

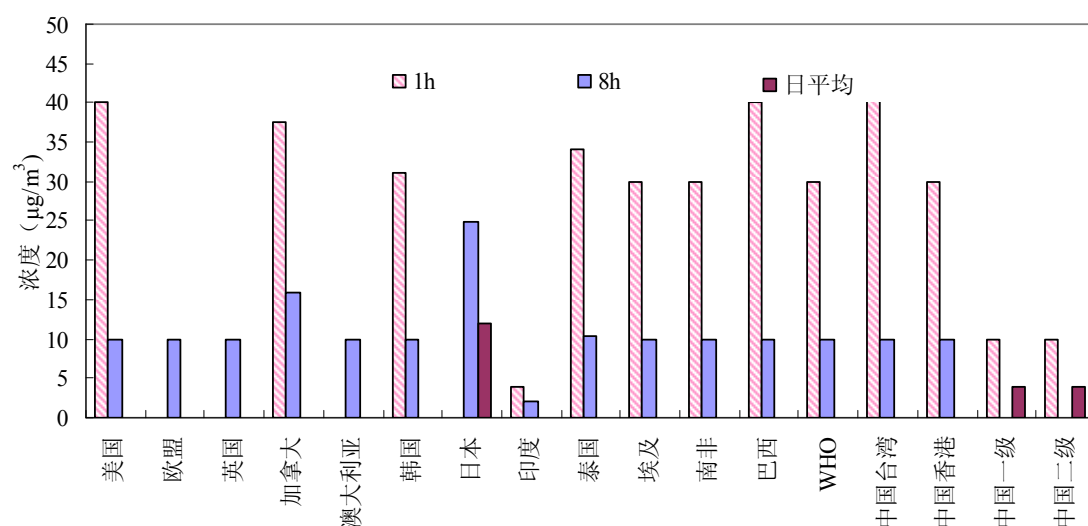


图12 CO 环境空气质量标准

4.8.3 危害与基准

CO 可以快速穿过肺泡，毛细血管和胎盘膜，与血液中的血红蛋白结合生成炭氧血红蛋白（COHb），对动物和人体的神经系统和心血管系统产生危害；而且血液中 COHb 与环境空气中的 CO 具有良好的相关性。植物新陈代谢需要一定浓度水平的 CO，危及植物的 CO 浓度水平比对人体的危害阈值高出很多，制定 CO 的标准应从公众健康出发。

急性 CO 中毒造成可逆的短期神经损伤与严重的神经危害，COHb 浓度低至 5.1~8.2% 水平时，会出现协调、认知能力损害，以及失眠等神经行为效应。COHb 低至 50% 时，运动行为降低。最大耗氧降低的百分比与 COHb 增加的百分比之间，呈线性回归关系。

在对冠状动脉疾病患者的控制研究中，平均预暴露 COHb 水平为 2.9~5.9% 时，（相当于运动后 2.0~5.2%），会出现心绞痛发作间隔时间明显缩短，心电图改变增加，运动时左心室功能受损。来自烟雾和环境的 CO 或职业暴露，可导致心血管病死亡和心肌梗死的前期症状。

通常体内生成的 CO 会导致健康个体 COHb 水平为 0.4~0.7%，孕妇 COHb 水平因体内生成的 CO 量增加而高达 0.7~2.5%；不吸烟的普通人群体内产生和环境暴露时 COHb 高达 0.5~1.5%；职业非吸烟人员长期暴露 COHb 高达 5%，严重吸烟者可超过 10%。

为了保护不吸烟的中老年冠状动脉疾病患者避免急性缺血性心脏病发作，为了保护不吸烟的孕妇避免对胎儿缺氧影响，1999 年 WHO 认为 COHb 水平不能超过 2.5%。基于该原则，结合暴露时间、呼吸速率等因素 WHO1997 年确定的准则值为：

暴露 15min，准则值为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ；暴露 30min，准则值为 $60\text{mg}/\text{m}^3$ ；

暴露 1 小时，准则值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ；暴露 8 小时，准则值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4.8.4 修订结果

由于植物产生危害的阈值远高于对人体和动物的阈值，而且 CO 浓度水平空间分布差异较大，原环境空气质量标准（GB 3095-1996）在制定时第一级和第二级浓度限值相同，1 小时和 24 小时浓度限值分别为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 。目前上述第一级和第二级浓度限值相同的基本原则并未发生改变；同时，WHO1999 年的准则值与 1987 年的建议值一致；而且原环境空气质量标准中的上述浓度限值严于 WHO 相应的准则值，也严于美国、欧盟等发达国家的浓度限值；此外，无论 WHO 还是美国等发达国家迄今为止未发布新的 CO 基准文件，制定 CO 浓度限值的科学基础并未改变。根据原标准的执行情况及我国 CO 污染现状及趋势，建议保持原 CO 标准不变。即：

日均浓度限值为 $4\text{mg}/\text{m}^3$ ，1 小时浓度限值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4.9 Pb 空气质量的修订

4.9.1 Pb的来源及浓度水平

4.9.1.1 环境大气中Pb的来源

大气中 Pb 的主要来源有两种：一是人为排放，二是自然源。自然源排放量约为人为排放量的十分之一。人为排放源包括：铅及其他伴生矿的开采、选矿、铅冶炼、再生铅生产（废旧蓄电池回收）、铅酸蓄电池生产、玻璃制造、冶金生产、电子产品、锡铅焊料和使用、燃料油、燃料煤燃烧废气的排放、聚氯乙烯（PVC）生产加工，以及油漆、涂料、颜料、彩釉、化妆品、化学试剂及其他含 Pb 制品的生产和使用、含 Pb 垃圾焚烧排放等。在汽油无 Pb 化前，汽油 Pb 是城市大气 Pb 的主要来源。中国自 2000 年汽油无 Pb 化后，工业源是大气污染物 Pb 的主要排放源。必须指出的是道路扬尘中的 Pb 也是大气 Pb 的重要来源。

4.9.1.2 环境空气中的浓度水平

空气中 Pb 的自然背景值很低，美国科学院 1980 年的地球化学数据指出大气自然颗粒物中 Pb 的浓度低于 $0.0005\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在南极测定的结果是低于 $0.000076\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。世界上最高的大气环境监测点-珠穆朗玛峰观测站夏季大气中 Pb 的质量浓度为 $0.0133\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

美国汽油无 Pb 化后，空气中 Pb 浓度显著下降，2003~2005 年期间，美国大气 Pb 的年平均值为 $0.09\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，中位数为 $0.02\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；最大季均值的平均值为 $0.17\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，中位数为 $0.03\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；最大月均值的平均值为 $0.31\mu\text{g}/\text{m}^3$ 中位数为 $0.04\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。韩国城市大气 Pb 浓度年均值的平均值已从 1991 年的 $0.189\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降至 $0.075\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。印度 10 个城市地区在 2004~2005 年大气 Pb 浓度处于 $0.21\text{--}0.62\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间。

20 世纪 90 年代，由于长期使用加 Pb 汽油，我国部分城市大气中 Pb 的质量浓度一般在 $0.12\text{--}0.49\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，平均为 $0.38\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2000 年 7 月 1 日起，全国范围内禁止生产车用含 Pb 汽油。汽油无 Pb 化的实施从根本上减少了机动车尾气中 Pb 的排放。

沈阳市自 1996 年以来大气环境中 Pb 浓度逐渐降低，Pb 浓度季节变化规律是冬季最高、夏季最低、秋季浓度高于春季。2001 年 5 月市区大气环境中 Pb 浓度时空分异明显，Pb 质量浓度为 $0.345\text{--}5.330\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，平均为 $1.877\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。沈阳市各功能区大气中 Pb 质量浓度以工业区为最高，达 $3.274\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。上海市大气 PM_{10} 中 Pb 浓度逐渐下降。2002 年冬季大气中 Pb 的平均质量浓度为 $0.369\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，2003 年冬季为 $0.237\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与韩国首尔冬季大气中的 Pb 质量浓度 0.200 （ $0.103\text{--}0.297$ ） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 水平相当；2004~2005 年上海市大气中 Pb 的年均质量浓度为 $0.167\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。北京市实施汽油无 Pb 化以后，城区大气中 Pb 的年均浓度有了明显下降。1999~2001 年，城区中的 Pb 年均质量浓度为 $0.31\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；2006 年 PM_{10} 中的 Pb 年均质量浓度为 $0.24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。2003 年冬季至 2004 年秋季期间对洛阳市五个监测位点 PM_{10} 样品中的 Pb 的年均值分别为 $0.62\text{--}1.70\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其中四个监测位点年均值超过现行国家标准浓度限值

1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，全市年均值过国家标准 0.3 倍。2004 年有文献报道成都市中心区夏冬两季的平均 Pb 浓度是 1.73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而位于城市西面的对照点相应时间平均为 0.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

由以上调查数据可见，我国城市的大气 Pb 浓度水平普遍要高于国外发达国家，而且国内各城市大气 Pb 浓度水平相差也较大。上海、北京等大城市 Pb 大气浓度相对较低，其他一些工业城市 Pb 大气浓度较高，甚至超过了现行国家环境空气质量标准规定的 Pb 年均浓度限值 1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.9.2 现行空气质量标准的控制水平

图 13 是美国、欧盟、WHO 等国家、地区和组织 Pb 的环境空气质量标准浓度限值。

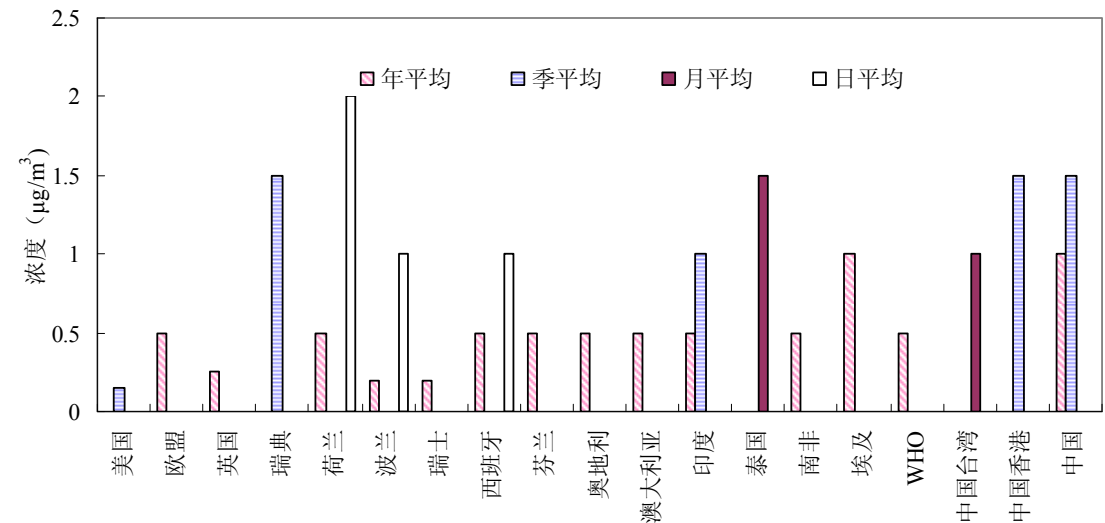


图13 国内外Pb环境空气质量标准

国际上 Pb 的环境空气质量标准采用了年均浓度限值、季均浓度限值（美国和中国香港为三个月均值）、月均浓度限值、日均浓度限值共四种取值时间，而以年均浓度限值为主。WHO 仅制定了指导世界各国 Pb 环境空气质量标准制定的年均准则值 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，除英国、波兰、瑞士年均浓度限值严于 WHO 准则值 50%外，其他国家年均值均与 WHO 一致，而我国年均值则比英国和其他国高出 50%以上。在采用季均值的国家和地区中，中国大陆和中国香港相同，都为美国三个月滚动均值的 10 倍，但必须指出的是，香港已经通过研究建议其最新的 Pb 环境空气质量标准年均值与 WHO 一致。中国台湾采用了月均值。因此，我国 Pb 环境空气质量标准年均限值和季均限值比发达国家、地区和组织相对宽松，而且还比同为发展中国家的印度明显宽松，有必要考虑修订。

4.9.3 危害与基准

4.9.3.1 Pb在人体中的迁移与代谢

（1）Pb 在人体中的迁移与代谢

由于空气吸入 Pb 首先进入呼吸道。呼吸道对 Pb 的吸收受颗粒大小及挥发速度的影响，一般成年人吸收率为 20-60%。进入肠胃等消化道后，成年人肠胃对 Pb 的吸收率（10%）明显低于儿童（40-50%）。进入人体内的 Pb，部分随便、尿排出体外，非排泄性吸收 Pb 主要分布于血液，软组织（骨骼、牙齿）中。成年人 95% 的体内 Pb 负荷存在于骨骼中，儿童为 70%。血液中 Pb 99% 在红细胞中，其生物半衰期为 20-40 天。

（2）空气 Pb 与血 Pb 关系

1978 年美国 EPA 制定 Pb 空气质量标准时根据流行病学资料采用的空气 Pb 与血 Pb 比例为 1:2 ($\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$: $\mu\text{g}/\text{dL}$)，2008 年美国在进行 Pb 环境质量标准修订时，主要依据了健康风险评价数据。在进行健康风险评价时，以儿童为对象选择了普通城市、初级 Pb 冶炼和次级 Pb 冶炼 3 种情景进行健康风险评价。在最终确定 Pb 环境质量标准时，美国 EPA 选用了 1:7 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$: $\mu\text{g}/\text{dL}$) 作为空气 Pb 与血 Pb 的对应关系比值。

2000 年，WHO 在制定 Pb 环境空气质量标准时，采用了 1:5 的空气 Pb 与血 Pb 比值，即假设认为 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的空气 Pb 将会导致血 Pb 升高 $5\mu\text{g}/\text{dL}$ 。

4.9.3.2 Pb 的毒性机理

Pb 通过不同的作用机制对多个器官系统产生有害作用。这些受影响的健康效应包括：

（1）亚铁血红素合成和相关的功能；（2）神经发育和功能；（3）生殖和生长发育；（4）肾脏功能；（5）心血管功能；（6）免疫功能。

（1）发育神经系统

神经系统是 Pb 毒性的靶器官，与成熟的系统相比，发育中的神经系统在较低暴露水平时就受影响。许多流行病学研究报告儿童在血 Pb 水平高于 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 时，其认知、行为、感觉和运动功能就受影响。许多动物实验也证实了人群流行病学观察结果，并扩展了对 Pb 神经毒性效应机制的理解。

流行病学中发现的与 Pb 暴露相关的认知效应包括智商测试结果的下降，例如广泛使用的被各种标准化测试评价的智商分数以及理论成绩等。在学龄儿童发现的其他认知效应还包括注意力、执行能力、语言、记忆、学习和视觉处理等，其中注意力、执行能力在血 Pb 低于 $100\mu\text{g}/\text{L}$ 时就有影响。行为效应例如过失行为，感觉效应例如听力和视觉，以及神经运动缺陷。

（2）成人神经系统

神经系统是 Pb 毒性的靶器官。例如，在工作场所的慢性暴露有产生各种各样的神经反应的风险，包括外周感觉神经损伤、视觉眼肌运动和记忆损伤、姿势摇摆异常，产生这些反应的血 Pb 浓度阈值大约在 $140\mu\text{g}/\text{L}$ 以上。以往的职业暴露也增加进行性肌萎缩侧索硬化症

和运动神经疾病的风险。特发性震颤也和 Pb 暴露有关，特别是那些具有遗传易感性的人。

老年人的认知功能对于 Pb 的毒性更为敏感，这在动物实验中已经得到证实。当终生暴露时，衰老的动物对于 Pb 的敏感性增加，主要由于骨骼再吸收增加了 Pb 暴露，以及对 Pb 生化效应的较强敏感性。大鼠和猴子的动物实验也显示老年时的认知功能效应的潜力与儿童早期 Pb 暴露产生的生理效应有关。生命早期的 Pb 暴露可能增加了生命后期的 Pb 神经认知效应，主要由于体内 Pb 负荷从骨骼到脑部的重新分配以及由于年龄而导致的包括脑在内的各种器官的退化所增加的易感性。

（3）心血管系统

血 Pb 暴露会增加包括血压升高、增加高血压发生率及心血管发病率和死亡率在内的心血管的不利结果，这已经得到流行病学和毒理实验研究的强有力支持。流行病学研究中最经常检查的心血管效应在成人中是收缩压升高，这已经多次证明与 Pb 暴露有关。美国科学家在 2005 年做的 meta 分析（该研究包括的血 Pb 水平在 23 至 638 $\mu\text{g/L}$ 间）结果显示收缩压升高和舒张压降低与血 Pb 水平升高有关，在血 Pb 水平低于 100 $\mu\text{g/L}$ 时就有该现象。大量动物实验研究也证实动脉高血压与低水平的 Pb 暴露有关，并且该效应即使在停止暴露后也会在动物身上很长时间存在。

多个关于血压和高血压与骨 Pb 水平的正相关性研究报告突出了蓄积性的以往 Pb 暴露在心血管健康效应中的作用。对于儿童时期居住在高 Pb 暴露地区的年青成人的一项研究提示出儿童 Pb 暴露的潜在作用。在该研究中发现骨 Pb 与较高的收缩压和舒张压有关，而当前的血 Pb 水平与其无关。

（4）肾脏系统

Pb 的肾脏毒性通过改变肾小球滤过率而产生。Pb 与肾脏的相互作用，包括肾脏 Pb 摄入和蓄积的发生和机制以及细胞学改变，都在动物研究中有清楚的描述。用于 Pb 职业暴露和环境暴露个体筛选的关于肾脏毒性标志物的一套筛选测试方法已经确立。流行病学研究显示血 Pb 和肾功能损伤指标的相关性在低于 100 $\mu\text{g/L}$ （低至 20-40 $\mu\text{g/L}$ ）时就能表现出来。

（5）亚铁血红素合成

在儿童和成人中都发现 Pb 暴露与血红素合成破坏有关。在动物和人群已有强有力的证据支持 Pb 对血红素合成和其他血液学参数的作用，包括已阐明的在儿童和成人中的剂量-反应关系。

Pb 对亚铁血红素合成干扰的机制包括对氨基酮戊酸脱水酶（ALAD）和亚铁螯合酶的抑制。在儿童和成人，Pb 对 ALAD 抑制的相关性可发生于血 Pb 浓度高于 100 $\mu\text{g/L}$ 甚至有

时略低于 100 $\mu\text{g/L}$ 时。

儿童血 Pb 浓度 $\geq 150\mu\text{g/L}$ ，成人血 Pb 在 150-300 $\mu\text{g/L}$ 时，红细胞原卟啉升高以及血红蛋白合成的显著降低。血 Pb 浓度 $\geq 400\mu\text{g/L}$ 时，可能出现明显的贫血，这是严重的 Pb 中毒的临床症状之一。

（6）免疫系统

Pb 不同于其他免疫毒物，因为它的免疫毒性的最敏感的生物标志物与影响疾病风险的特异功能的能力有关，而不是与免疫细胞的数量改变或淋巴系统器官的病态改变有关。Pb 免疫系统的主要靶标是巨噬细胞和 T 淋巴细胞，导致组织炎症增加、细胞介导的免疫能力降低以及自身免疫风险增加。此外，在动物和人群研究中都证实 Pb 暴露与 IgE（一种涉及过敏反应和哮喘的免疫球蛋白）的产生增加有关。这些效应在儿童流行病学研究中已经得到证实，即使是在血 Pb 水平低于 100 时，而且新生和幼年动物实验结果也支持。

4.9.3.3 Pb暴露的高危（敏感）人群

人群易感的因素包括遗传因素、发育阶段、健康和营养状况、以及化学品暴露史。这些因素导致解毒功能和排泄作用（主要是肝脏和肾脏功能）的减退，或先天存在的靶器官功能的退化。由于上述原因，使得伴有器官功能下降的老人和未成熟的器官处于发育阶段的儿童对于有毒物质比健康的成人更为易感。处于潜在高暴露的人群也有较高的风险。

对于 Pb 暴露的易感人群包括儿童（<6 岁）、孕妇（和胎儿）、老人、吸烟者、酗酒者、及患有影响亚铁血红素合成的遗传性疾病、营养缺陷、或神经和肾脏功能减退的人群。考虑到公众的健康关注点以及 Pb 对发育神经系统的认知影响被作为 Pb 健康损害的警戒点，美国 EPA 修订 Pb 空气质量标准进行风险评价时，选择了儿童作为研究人群。

儿童易受 Pb 危害的原因是：（1）儿童特有的口嚼方式及非食品物品的误食；（2）儿童身体对 Pb 具有更好的吸收率和保持率；（3）儿童易于营养缺乏从而提高肠胃对 Pb 的吸收；（4）儿童通常具有相对较大的身体 Pb 负荷；（5）血脑屏障发育不全从而使 Pb 易进入大脑；（6）儿童对 Pb 具有更大的生理敏感性。

4.9.3.4 国内外人群血Pb水平

（1）国外人群血 Pb 水平

根据文献查阅显示，美国第四次国家卫生和营养调查的数据显示美国人群的血 Pb 中位数在 20 $\mu\text{g/L}$ 以下，欧洲各国人群的血 Pb 中位数也在 40 $\mu\text{g/L}$ 以下，韩国的儿童血 Pb 中位数在 20 $\mu\text{g/L}$ 以下。具体见表 6。

表6 国外人群血 Pb 水平

国家	取样时间	年龄段(岁)	人数	算术均值 ($\mu\text{g/L}$)	几何均值 ($\mu\text{g/L}$)	中位数 ($\mu\text{g/L}$)
美国	2003-2004	1--5	911	—	17.7	17
	2003-2004	6--11	856	—	12.5	12
	2003-2004	12--19	2081	—	9.46	9
	2003-2004	20 及以上	4525	—	15.2	15
	2003-2004	成年男性	4132	—	16.9	16
	2003-2004	成年女性	4241	—	12.2	12
法国	2006-2007	18-74	2029	32	25.9	27
德国	2003-2006	3--14	1560.00	18.2	16.3	16.9
	2005	18--70	130	22	19	21
	2002-2003	9--11	430	22.2	—	10.7
葡萄牙	2006-2007	1--2	120	27	19	24
	2007	18-65	180	40	33	35
荷兰	2001	儿童	254	—	—	24
	2001	成人	1482	—	—	26
韩国	2006	7--16	61	28.9	—	—
	2007	8--11	261	17.3	—	15.5

(2) 国内人群血 Pb 水平

国内有人采用文献分析的方法对 2001~2007 年间中国儿童的血 Pb 水平进行了分析, 总样本量为 94778 人, 计算得出儿童 (0-14 岁) 血 Pb 平均值为 $80.7\mu\text{g/L}$ ($45.5\sim 165.3\mu\text{g/L}$), 中位数为 $71.22\mu\text{g/L}$ 。还有文献研究报道 1995 年 至 2003 年间中国儿童的血 Pb 水平为 $92.9\mu\text{g/L}$ ($37.2\sim 254.2\mu\text{g/L}$)。两个研究都发现男童血 Pb 水平和 Pb 中毒率明显高于女童。随着年龄的增长, 我国 0~6 岁的儿童血 Pb 水平和 Pb 中毒率均有增加趋势, 在 5~6 岁时达到高峰。查阅文献对 2007 年-2008 年间中国儿童的血 Pb 水平进行分析, 总样本量为 14877 人, 计算得出儿童 (0-14 岁) 血 Pb 平均值为 $68.7\mu\text{g/L}$ ($58.24\sim 82.6\mu\text{g/L}$), 中位数为 $64.77\mu\text{g/L}$ 。由以上数据可见, 我国儿童的血 Pb 水平在这十几年间呈现下降趋势。对于成人血 Pb 水平, 文献报道的调查数据不多, 对苏州地区 25-45 岁人群的调查显示该地成人血 Pb 平均值为 $70.38\mu\text{g/L}$; 对德州 23-28 岁育龄妇女的调查显示血 Pb 平均值为 $65.7\mu\text{g/L}$ (具体见表 7)。

表7 我国人群血 Pb 水平

性别	地区	取样时间 (年)	年龄段 (岁)	人数	算术均值 ($\mu\text{g/L}$)	标准差 ($\mu\text{g/L}$)	中位数 ($\mu\text{g/L}$)
儿童	巢湖	2008	1-5	710	63.72	24.75	—
	广州	2006-2007	0-6	2387	58.24	—	—
	成都	2007	0-6	938	63.88	24.84	—
	钦州	2006-2008	0-6	1237	64.77	27.38	—
	黄石	2007-2008	0-6	116	68.9	18.3	—
	黄石	2007-2008	6-12	104	82.6	25.1	—

	雅安	2008	0-12	703	71.96	22.31	—
	濮阳	2005-2007	1--12	4632	81	31	—
	盐城	2006-2007	6 月-12 岁	481	59.4	29.9	—
	南昌	2006-2007	6 月-14 岁	2573	60.64	2.11	—
	襄樊	2006--2008	7--14	996	71.06	67.9	—
	合计			14877	68.7	—	64.77
成人	德州	2005-2007	23-28 (女性)	480	65.7	—	—
	苏州	2008	25--45	155	70.38	22.563	—

对比国内外人群的血 Pb 水平，可见，我国人群的血 Pb 水平明显高于国外发达国家。

我国儿童血 Pb 算术平均值要比国外发达国家高出 2-3 倍，成人血 Pb 水平也高于发达国家。

4.9.4 修订结果

根据近几年文献调研结果显示我国儿童血 Pb 水平为 70 $\mu\text{g/L}$ 左右。根据我国北京市人体接触污染物评价研究的结果，即由空气 Pb 造成的人体 Pb 负荷比例为 14%，那么 70 $\mu\text{g/L}$ 血 Pb 中则有 60.2 $\mu\text{g/L}$ 是来自非空气 Pb。

按照我国卫生部 2006 年颁发的《儿童高 Pb 血症和 Pb 中毒分级和处理原则（试行）》公布的标准，连续两次静脉血 Pb 水平 $\geq 200\mu\text{g/L}$ 为 Pb 中毒，选择 200 $\mu\text{g/L}$ 作为我国儿童血 Pb 保护的安全值，则人群血 Pb 中位数应在 100 $\mu\text{g/L}$ 左右。空气 Pb 与血 Pb 比值采用 WHO 建议的 1:5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3:\mu\text{g}/\text{dL}$)。在确定以上参数的基础上计算 Pb 空气质量浓度为 0.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右。

目前，国际上普遍认为 Pb 的毒性作用没有阈值，即体内有 Pb 便有毒，因此，“零血 Pb”已成为临床控制儿童 Pb 中毒的目标。但考虑到环境 Pb 浓度控制技术 & 儿童血 Pb 对健康影响的可接受程度，各国均制定儿童血 Pb 相对安全值范围。

1987 年，WHO 在制定 Pb 空气质量指导值时，将血 Pb 水平 200 $\mu\text{g/L}$ 作为区分非有害效应和最小可测有害效应的临界值。1991 年美国国家疾病控制中心将儿童 Pb 中毒定义为血 Pb 水平 $\geq 100\mu\text{g/L}$ 。2000 年，WHO 采用 100 $\mu\text{g/L}$ 作为血 Pb 安全水平来制定 Pb 环境空气质量标准。由此可见，在国际上，保护人群健康的血 Pb 安全值有降低的趋势。

在 1978 年，美国 EPA 制定 Pb 环境空气质量标准时采用的空气 Pb 与血 Pb 比值为 1:2 ($\mu\text{g Pb}/\text{m}^3:\mu\text{g}/\text{dL}$)，1987 年和 2000 年 WHO 制定 Pb 环境空气质量标准时采用的空气 Pb 与血 Pb 比值为 1:5 ($\mu\text{g Pb}/\text{m}^3:\mu\text{g}/\text{dL}$)，2008 年美国 EPA 制定 Pb 环境空气质量标准时采用的空气 Pb 与血 Pb 比值为 1:7 ($\mu\text{g Pb}/\text{m}^3:\mu\text{g}/\text{dL}$)，可见，随着环境的变化，空气 Pb 对血 Pb 的影响也有加大的趋势。血 Pb 安全水平值的下降和空气 Pb 与血 Pb 比值的提高都会导致所制定的 Pb 环境空气质量标准值的降低。同时，目前国际上许多国家采用的 Pb 环境空气质量年均值为 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与 WHO 所提的指导值保持一致。我国人群血 Pb 水平之所以比国外高，环境空气中 Pb 浓度水平高是其中的一个原因，因此，降低空气 Pb 浓度水平有助于降低我

国人群血 Pb 水平。基于以上原因，虽然计算所得值为 $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但是建议将我国 Pb 环境空气质量标准年平均浓度定为 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，与国际水平看齐。为了保障人群不至于短期内暴露于较高浓度的环境空气 Pb 中，建议将现行的 Pb 环境空气质量标准季平均浓度下调至 $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

据此，将我国环境空气 Pb 的季平均浓度定为 $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均浓度定为 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

4.9.5 Pb环境空气质量评价

图 14 为北京、上海等城市 Pb 环境空气质量情况。标准修订后，Pb 的浓度限值加严，根据北京市环境公报及有关文献报道数据，北京和上海年均浓度均低于 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，成都（对照区）超过年均浓度限值，但低于季平均浓度 $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；成都市中心及工业城市沈阳和洛阳的年均浓度都超季均浓度限值 $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

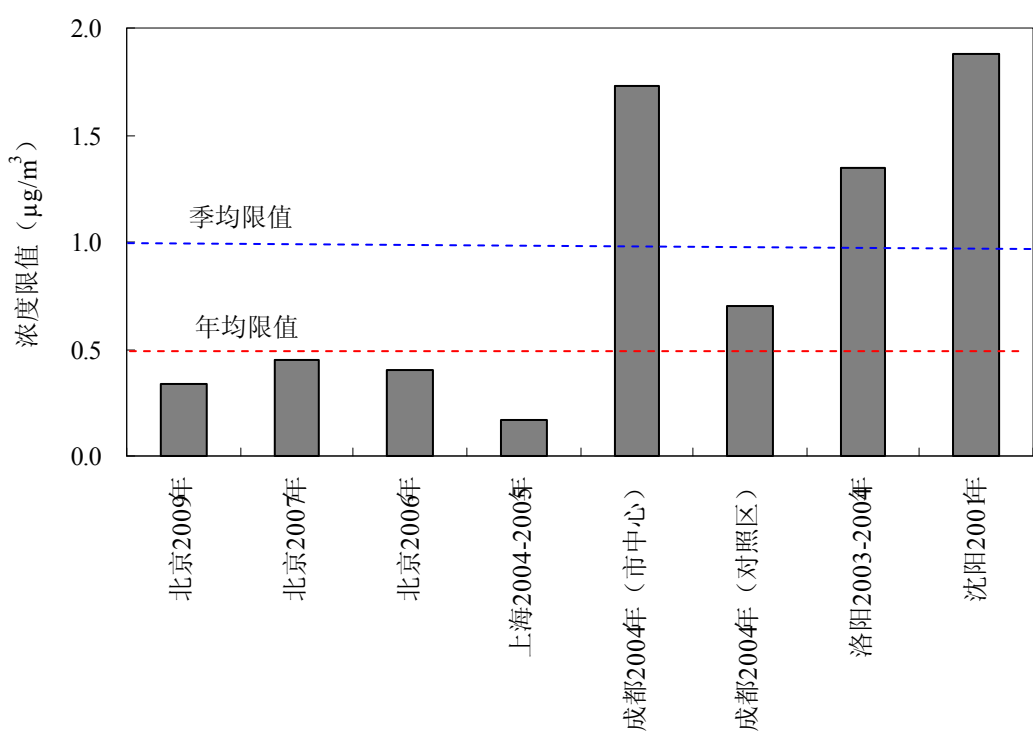


图14 北京、上海等城市 Pb 环境空气质量情况

4.9.6 Pb环境空气质量监测

我国在《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）中虽然规定了 Pb 的空气质量标准，但是全国大部分地区尚未开展 Pb 的空气质量浓度监测，建议在全国各城市地区设置 Pb 环境质量评价点位，在重金属 Pb 污染重点防控区涉 Pb 企业周边设置 Pb 污染源监控点。

4.10 苯并[a]芘标准的修订

4.10.1来源与浓度水平

苯并[a]芘（B[a]P）是一种致癌活性最强的化合物，苯并[a]芘（B[a]P）的天然来源为火

山喷出物、森林和草原的天然燃烧、植物和微生物的合成。人为的来源为矿物燃料的燃烧、机动车排放及废物焚烧等。

据 WHO 报道,大气中 B[a]P 的自然本底浓度接近于零(不包括森林失火产生的 B[a]P)。2000 年左右时,欧洲主要城市地区的 B[a]P 年均浓度在 $1\sim 10\text{ng}/\text{m}^3$ 之间,农村地区低于 $1\text{ng}/\text{m}^3$ 。2003 年,有研究对北太平洋和北极地区的 PAH 浓度进行了测定,其浓度范围分别在 $\text{ND-}4.38$ 和 $0.10\sim 2.63\text{ng}/\text{m}^3$ 之间。

查阅文献,搜集了近年国外和国内各地方空气中 B[a]P 浓度测定的有关数据,见表 8 和表 9。可见,空气中 B[a]P 在细颗粒物中的浓度要高于粗颗粒物中,在冬季的浓度要高于夏季,在交通道路附近要高于农村和市区居民区。图们市和天津市的空气中 B[a]P 浓度超过了现行的环境空气质量标准中规定的 B[a]P 浓度限值 $10\text{ng}/\text{m}^3$,天津市 2003~2007 年的监测数据表明,天津市空气中 B[a]P 浓度有逐渐升高趋势。青海、重庆、广州、深圳的监测数据显示这几个地方的空气中 B[a]P 浓度低于现行空气质量标准。

表8 近年国外各国和地区空气中 B[a]P 浓度

国家和地区	监测年份	采集样品	浓度(均数±标准差)(单位: ng/m^3)
宗古尔达克 (土耳其)	2007	PM _{2.5}	15.7±11.7 (中位数 11.5) (冬季) 0.4±0.4 (中位数 0.2) (夏季)
		PM _{2.5} -PM ₁₀	0.7±0.5 (中位数 0.7) (冬季) 0.2±0.2 (中位数 0.1) (夏季)
亚特兰大(美国)	2003.12-2004.6	PM _{2.5}	6 月<LOD;12 月 0.2343 (农村)
			6 月 0.0488;12 月 0.4155 (郊外高速路)
			6 月 0.0291;12 月 0.2751 (市内)
新德里(印度)	2002	总悬浮颗粒物	21.76
	2003		19.56
日本	2002	颗粒物	11 (交通道路)

表9 近年中国各地方空气中 B[a]P 浓度

地区	监测时间(年)	浓度(ng/m^3)	地区	监测时间(年)	浓度(ng/m^3)
北京	2009	4	哈尔滨	2008	0.35
	2007	5.9	广州	2004-2005	3.35
	2006	6.6	深圳	2004-2005	3.67
天津	2007	18.4	淮南市	2008	3.01
	2006	14.5	香港	1998-2005	4 (中西部)
	2005	12.4			0.377 (荃湾)
	2004	12.9	西宁	2007	3.05453 (日均值)
	2003	2.4	图们市	2006	30 (日均值)
重庆	2008	3	瓦里关(青海)	2007	0.04151 (日均值)
西安	2008-2009	8.31			

4.10.2 现行环境空气质量标准的控制水平

目前，制定 B[a]P 的环境空气质量标准的国家和地区不多，相关标准见表 10。

表10国内外 B[a]P 空气质量标准

国家和地区	取值时间	限值
WHO		超额终身致癌风险分别为 1/10000,1/100000,1/1000000 时对应的 B[a]P 的浓度分别为 1.2, 0.12,0.012ng/m ³
欧盟 2005	年均值	1ng/m ³ (PM ₁₀ 中 B[a]P)
英国	年均值	0.25ng/m ³ (PAH 浓度)
印度	年均值	1 ng/m ³ (PM ₁₀ 中 B[a]P)
中国	日平均	10ng/m ³ (PM ₁₀ 中 B[a]P)

人体对环境空气中 B[a]P 的暴露，主要为长期暴露的欧盟和印度都设置了年均浓度限值，而我国只设置了日均浓度限值，往往造成无法合理评价 B[a]P 的年度空气质量状况。有必要考虑修订 B[a]P 的标准。

4.10.3 危害与基准

4.10.3.1 苯并[a]芘的健康危害

B[a]P 属于 PAHs 类化合物。PAH 可以通过呼吸道吸入、消化道摄入和皮肤接触进入体内。食物被认为是人类暴露于 PAH 的主要来源，因为在烹饪期间会形成 PAH 并且空气中的 PAHs 也会沉降在谷物、水果和蔬菜上。

B[a]P 是第一个被发现的环境致癌物，致癌性强，可诱发多种实验动物发生肿瘤。国内外大量研究已证明，B[a]P 是前致癌物，其代谢物反式二羟环氧 B[a]P 可诱发人支气管上皮细胞恶性转化，并具有诱变性及遗传毒性等作用。B[a]P 是致癌性最强的多环芳烃类化合物之一，流行病学研究表明，B[a]P 通过皮肤、呼吸道、消化道均可被人体吸收，有诱发皮肤癌、肺癌、直肠癌、胃癌、膀胱癌等作用。空气中 B[a]P 的污染与人群的肺癌死亡率成正相关，B[a]P 的浓度每增加百万分之一，人群肺癌死亡率就上升 5%，有研究表明，B[a]P 污染是造成焦炉工人肺癌死亡率超量发生的主要因素。近来有研究证明，B[a]P 对人体具有神经毒性作用，长期接触 B[a]P 对焦炉工人的情感状态和神经行为功能有影响，可以引起焦炉工人感知和记忆能力的降低。另据文献报道，重庆市主城区为肺癌高发区，男性肺癌总死亡率达到 87.74/10 万，人类肺癌与环境中 B[a]P 的暴露有密切关系。

利用不同的途径对不同种类的实验动物染毒途，结果 B[a]P 在许多不同组织中都诱导肿瘤的产生。以仓鼠为实验对象，通过呼吸途径染毒，B[a]P 可以诱导产生肺癌。B[a]P 和几种其他 PAH 通过如灌入肺组织等直接途径染毒大鼠和仓鼠可以诱导产生肺癌已经得到了证明。共同暴露于其他物质时，B[a]P 的致肺癌性会被增强，例如香烟、石棉，甚或空气颗粒

物。

4.10.3.2 苯并[a]芘的健康基准

流行病学研究提示 B[a]P 与人类肺癌的发生有关,已被世界卫生组织所属的国际癌症研究机构(IARC)列为第二类 A 组人类致癌物,致癌物为无阈化合物,无阈化合物是已知或假设其作用是无阈的,即大于零的所有剂量都可以诱导出致癌反应的化合物,对于无阈化合物至今还无法制定一个所谓的“安全”阈浓度,但通过大量的研究,尤其是对长期职业暴露人员的研究,发现肺癌发病率、死亡率与所暴露的空气中 B[a]P 浓度之间较为显著的多元线性关系。所以对于 B[a]P 基准的确定,往往根据健康风险度与 B[a]P 浓度之间的关系确定的。

2001 年 WHO 根据大量的流行病学调查研究结果,认为 $1\text{ng}/\text{m}^3$ 的终生暴露肺癌致癌风险为 8.7×10^{-5} ,这在 1987 年提供的健康风险 $5 \times 10^{-5} \sim 9 \times 10^{-5}$ 范围之内,同时 WHO 依据上述关系给出了健康风险为 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} 所对应的 B[a]P 浓度分别为 $1.2\text{ng}/\text{m}^3$ 、 $0.12\text{ng}/\text{m}^3$ 、 $0.012\text{ng}/\text{m}^3$;欧盟根据本辖区流行病学调查结果,认为 $1\text{ng}/\text{m}^3$ 导致的终生暴露肺癌致癌风险为 $80 \times 10^{-6} \sim 100 \times 10^{-6}$,基本与 WHO 的研究结果一致;美国至今仍然沿用其上世纪的研究结果,认为暴露 B[a]P 的终生致癌暴露风险在 $0.11 \times 10^{-5} \sim 1.4 \times 10^{-5}$ 。由此可以看出,近年来 B[a]P 的健康基准并未发生根本性的改变。

4.10.4 标准修订

原标准中未分级,且日均浓度限值为 $10\text{ng}/\text{m}^3$,其确定的依据是,考虑到当时情况下 $1\text{ng}/\text{m}^3$ 和 $5\text{ng}/\text{m}^3$ 的标准很多城市都不能达标,直接采用德国 $10\text{ng}/\text{m}^3$ 作为我国 B[a]P 的空气质量标准。近年来, B[a]P 的健康基准并未发生大的改变。为了减少肺癌发生率,最大限度的保护人体健康,我国也应加严 B[a]P 的浓度限值。

目前,世界上大部分国家和地区尚没有制定 B[a]P 的空气质量标准,欧盟和印度对 B[a]P、英国对等 PAH 的空气日均值都没有具体规定,而是直接规定年均值,其限值分别为 $1\text{ng}/\text{m}^3$ 和 $0.25\text{ng}/\text{m}^3$ 。B[a]P 是强致癌物,其危害主要是致癌性,具有慢性毒性作用,因此,在空气质量标准中设置年均值更为合适。建议在现行的 B[a]P 的空气质量标准基础上增加年均浓度限值,以评价长期环境空气质量状况。考虑到我国部分城市 B[a]P 的浓度水平依然较高,将年均浓度限值建议定为 $5\text{ng}/\text{m}^3$,与我国居住区大气日均浓度限值一致,待大部分城市都达到该限值后,再进一步加严限值。对于日均浓度限值,本次修订建议暂不调整。

修订结果如下:

日均浓度限值 $10\text{ng}/\text{m}^3$, 年均浓度限值 $5\text{ng}/\text{m}^3$ 。

4.10.5 B[a]P环境空气质量评价

图 15 是部分城市 B[a]P 环境空气质量情况。设置年均浓度限值后,部分日均浓度达标

的城市年均浓度已经超标。

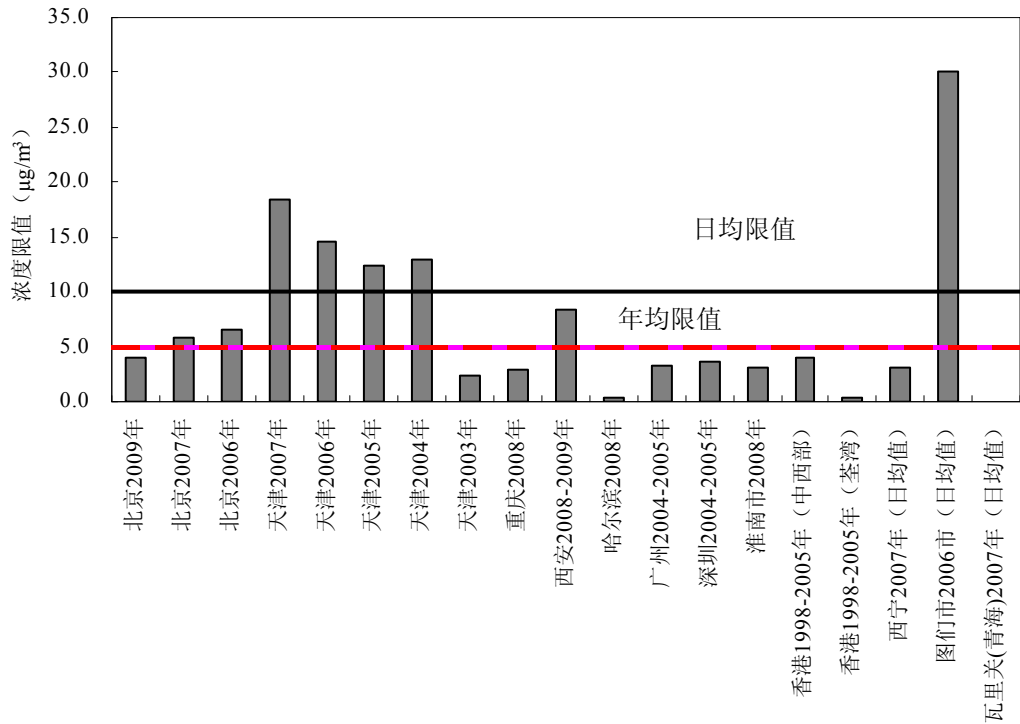


图15 部分城市 B[a]P 环境空气质量情况

4.11 监测分析方法

4.11.1 样品采集

对于环境空气污染物样品采集时有关监测点位设置、样品采集的环境要求、采样高度、采样频率及采样方法，本标准按《环境空气质量自动监测技术规范》(HJ/T 193-2005)和《环境空气质量手动监测技术规范》(HJ/T 194-2005)执行，即凡是具备自动监测能力的，按照自动监测的标准执行，不具备自动监测能力的，按照手动监测的标准执行，确保样品采集的质量。

4.11.2 分析方法

一直以来，我国缺少环境污染物分析方法标准，因此原标准要求 SO₂ 的紫外荧光法、NO₂ 和 NO_x 的化学发光法、O₃ 的化学发光法按照 ISO 的方法进行。近年来我国环境分析技术取得了显著的进步，国家已经或正在制定上述污染物的分析方法标准，因此本标准将要求上述污染物按照已发布或将要发布的国家标准方法进行。

4.12 数据统计的有效性规定

环境空气质量标准中，为了保证不同取值时间条件下各污染物浓度测量值具有代表性和准确性，世界各国都规定了各自的污染物浓度数据统计的有效性规定。

根据近年来的环境空气质量监测结果来看,现行数据统计的有效性规定主要基于手动监测的要求制定的,在环境空气质量评价与管理实践中基本可行,但随着我国环境空气质量监测能力的不断提升,数据统计的有效性规定也应加以调整。

首先,对于手动监测,应略作微调。对于年均值,统计时要求 TSP、Pb 和 B[a]P 每年至少 60 个日均值测量数据,每月至少有 5 个均匀分布的日均值测量数据;要求 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 每年至少 144 个日均值测量数据,每月至少 12 个均匀分布的日均值测量数据;对于季均值,统计时要求每季度至少 15 个日均值测量数据,每月至少 5 个日均值测量数据;对于日均值,统计时要求 SO₂、NO₂、CO、PM₁₀ 每日至少 18 个小时以上的测量数据,TSP、Pb 和 B[a]P 每日应有 24 小时的测量数据;对于 O₃8 小时值,采用日最高 8 小时平均浓度值,每个 8 小时至少有 6 小时的有效数据,每日 24 个 O₃8 小时滑动平均值;对于 1 小时值,统计时要求至少 45 分钟以上的测量数据。

其次,应大力倡导自动监测。SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、O₃ 等污染物基本上都能实现在线连续自动监测分析,因此上述污染物的统计要求应进一步加严。按照国际上的通行做法,所有取值时间段内的数据应至少获取 75%的数据方为有效。

4.13 数据上报与环境空气质量评价

监测的数据应上报,对于自动监测数据应实时上报完全可以做到,而且目前环境监测系统正在开展数据实时报的工作。对于 TSP、Pb、B[a]P 每个月上报一次是可行的,虽然每个污染物项目每次监测 24 小时,但监测 Pb 就必须测 TSP,而且这些污染物项目每 6 天监测 1 次,监测频率较低。

之所以考虑在上报 NO₂ 时同时报送 NO_x,其主要原因是我国 NO_x 污染较重,而一些监测站点还难以真正反映 NO₂ 的浓度水平,调整也许需要一定的过程;同时“十二五”期间我国 NO_x 作为总量控制指标,NO_x 减排效果可以 NO₂ 评价,也可以用 NO_x 评价。此外,由于我国近年来未要求监测 NO_x,结果造成很多监测站点缺失 NO_x 的浓度数据,无法反映 NO₂ 在其中的真实比例,不利于 NO_x 污染控制。

对于 PM_{2.5},目前国家实施该标准的时机不成熟,而且由于缺少监测数据,全国 PM_{2.5} 污染状况无法确切知道,因此现阶段应开展监测,积累数据,以利于开展相关研究,为下一步制定标准奠定基础。因此,对于国家环境质量报告而言,该污染物项目不参与评价,因而监测数据可以每年上报 1 次。

对于环境空气质量评价,目前正在制定配套的《环境空气质量评价技术规范》,评价什么、如何评价及评价结果表示等技术内容应根据该规范进行;对于 NO_x,由于未规定其限

值，只需要评价其年度变化趋势即可，对于 $\text{PM}_{2.5}$ ，区域灰霾污染较重的珠江三角洲、长江三角洲以及辽宁中部、山东半岛、武汉及其周边、长株潭、成渝、台湾海峡西岸六大城市群，这些地区 PM_{10} 和 TSP 很可能已经达标，但 $\text{PM}_{2.5}$ 污染严重，这些地区可以评价 $\text{PM}_{2.5}$ 污染状况。

4.14 标准的实施

本标准监督实施的主体依然为各级环境保护行政主管部门。但本次修订明确了各级部门的职责。首先，国家环境保护行政主管部门发布本标准的实施办法，各级地方部门应遵照执行；其次，要求各级环境保护行政主管部门应维持本辖区内达标地区环境空气质量，改善未达标地区的环境空气质量，确保按时达标；再次，要求自本标准发布之日起一年内，地级市（含地级市）以上环境保护行政主管部门依据本辖区内环境空气污染水平，划分本辖区内环境空气质量达标区和未达标区，报上一级环境保护行政主管部门核实，报同级人民政府批准实施。还有，要求自本标准发布之日起三年内，地级市（含地级市）以上环境保护行政主管部门应制定本辖区内达标地区环境空气质量维持计划实施方案和未达标地区环境空气质量改善计划实施方案，报上级环境保护行政主管部门核实、批准。凡被批准的实施方案，应报同级人民政府批准实施。最后，要求自本标准实施之日起，各级环境保护行政主管部门每年均应向上一级环境保护行政主管部门和同级人民政府上报本辖区内环境空气质量状况及达标地区环境空气质量维持计划实施方案和未达标地区达标计划实施方案的执行情况。

因此，此次修订这一部分增加以下内容：按照《中华人民共和国大气污染防治法》的规定，未达到本标准的大气污染防治重点城市，应当按照国务院或者国务院环境保护行政主管部门规定的期限，达到本标准。该城市人民政府应当制定限期达标规划，并可以根据国务院的授权或者规定，采取更严格的措施，按期实现达标规划。

5 标准实施的经济成本分析

5.1 自动监测成本

目前，全国有环境空气质量监测点位 4000 个，其中 2800 个已经安装了 SO_2 、 PM_{10} 、 NO_x 自动监测系统。因此，如果全面开展自动监测，2800 个站点需要配备 O_3 和 CO 监测仪器，1200 个监测站点需要配备 SO_2 、 NO_x 、 PM_{10} 、 O_3 和 CO 五种自动监测仪器。此外，全国 661 个国控点可以先行配备 $\text{PM}_{2.5}$ 自动监测仪器。

如果每个监测站点每种仪器只配备 1 台，全国监测站点需要购置监测仪器约 16 亿元。如果每个监测站点每种仪器只配备 2 台，其中 1 台备用，则全国监测站点需要购置监测仪器

约 32 亿元。

每个完整的自动站需要每年运行费用约 3.5 万元（包括电费和耗材），新增的 1200 个自动监测站点约 0.4 亿元；另外已经运行的 2800 个监测站点约需增加 0.4 亿元的运行费用。因此，预计每年新增加运行费用约 0.8 亿元。

5.2 手动监测

为便于测算，这里假定全国通过监测能力建设，日常监测中 SO₂、NO₂、PM₁₀、O₃ 和 CO 基本不需要手动监测。因此，需要手动监测的污染物就限定在 TSP、Pb 和 B[a]P 三种污染物上。根据《环境空气质量监测规范》和 2008 年全国 655 个城市城市人口统计数据，城市环境空气质量评价点设置及成本见表 11。

表11 Pb 环境空气质量评价监测成本情况

设置条件	设置点位数	城市数量	仪器投入数量(台套)	采样仪器购置费(万元)	分析仪器购置费(万元)	年运行费(万元)	费用合计(亿元)
市区年平均人口>100 万城市	800	120	120	800	1800	800	0.34
市区年平均人口>50 万城市	1236	229	229	1236	3435	1236	0.59
所有统计城市	1719	655	655	1719	9825	1719	1.33

根据国家重金属污染防治规划，涉 Pb 企业 2920 家，分布在 91 个重点防控区。理想状况下，假设对每一家企业均设置一个监测点，每个防控区配备一台分析仪器（15 万元/台），每个监测点配一套采样仪器（1 万元/台），具体监测成本情况见表 12。

表12 Pb 污染源监控点位预计设置数量经费投入情况

最大监测点位数量(个)	重点防控区数量	仪器投入数量(台套)	采样仪器费(万元)	分析仪器购置经费(万元)	监测年运行费(万元)	费用合计(亿元)
2920	91	91	2920	1365	2920	0.72

B[a]P 城市空气质量评价点设置情况与 Pb 相同，按照每台分析仪器 30 万元，每台采样仪器 0.5 万元计算，具体费用情况见表 13。

表13 B[a]P 环境空气质量评价监测成本情况

设置条件	设置点位 数	城市及地 区个数	仪器 投入数量 (台套)	采样仪器 购置费(万 元)	分析仪器 购置费(万 元)	年运行费 (万元)	费用合计 (亿元)
市区年平均 人口>100 万 城市	800	120	120	400	3600	1600	0.56
市区年平均 人口>50 万 城市	1236	229	229	618	6870	2472	1.00
所有统计城 市	1719	655	655	860	19650	3438	2.39

5.3 人员费用

按照自动监测不增加人员，手动监测每个城市增加两个人员，每个 Pb 重点防控区增加两个人员，每个人员年平均工资为 3 万元。则各种情况下的人员费见表 14。

表14手动环境空气质量监测人员费用

设置条件	设置点位数	城市及地区个数	增加人员数量	人员费（亿元）
市区年平均人口>100 万城市	800	120	240	0.072
市区年平均人口>50 万城市	1236	229	459	0.14
所有统计城市	1719	655	1310	0.39

5.4 监测成本分析结果

5.4.1 自动监测费用

全国完善常规污染物自动监测需要购置设备的费用约在 16.8 亿元~32.8 亿元。将手动监测调整为自动监测，原有负责手动监测的人员直接负责自动监测，不需要增加人员费用。

5.4.2 手动监测费用

标准实施后，全面开展环境空气中 TSP、Pb、B[a]P 的监测，各种情况下需要增加的仪器设备购置费用最多约为 4 亿元，年运行费用最多需要增加约为 1.6 亿元；人员费用每年增加约为 0.4 亿元。

附一：

关于修订《环境空气质量标准》等国家环境

保护标准公开征集意见的情况说明

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，加强生态文明建设，适应新时期国家经济社会发展和环境保护工作的需要，保护生态环境和人体健康，完善国家环境质量标准体系，环境保护部自 2009 年 9 月 18 日至 2009 年 11 月 30 日，就修订《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）和《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》（GB 9137-88）两项国家环境质量标准的有关问题向全社会公开征集意见。有关情况如下。

一、征集意见的单位

本次公开征集意见的单位有：中国科学院、中国工程院、高校，以及各省、自治区、直辖市、解放军、新疆生产建设兵团的环境保护厅（局）、各环境保护重点城市环境保护局，以及环境保护部各派出机构、直属单位、机关各部门等共计 193 家。同时，还通过环境保护部网站公开征集意见。本次征集意见的对象具有广泛代表性。

二、反馈意见情况

本次征集意见，回函单位共计 44 家（包括部门），其中回函有意见的单位 34 家，回函无意见的单位 10 家。回函单位数量占征求意见单位的 22.8%，回函有意见的单位占回函单位数量的 77%。回函单位主要为中国科学院，部分省、自治区、直辖市、解放军、新疆生产建设兵团的环境保护厅（局）和重点城市环境保护局，以及部分环境保护部派出机构、直属单位和机关部门。高校中仅南开大学回函。

三、主要意见

1、现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问题？

回函意见认为，采用现行标准进行环境空气质量评价时，不能很好反映当前大气污染状况，无法与老百姓实际感官相适应。现行标准分类分级不合理。污染物项目缺少细颗粒物（PM_{2.5}）、氮氧化物（NO_x）、有毒有害污染物项目，如苯系物、卤代烃、非甲烷总烃、二噁英、重金属等。可吸入颗粒物（PM₁₀）、臭氧（O₃）等污染物的限值偏松。必须指出的是，现行《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）存在的问题远不止此。

2、是否有必要将《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》（GB 9137-88）并入《环境空气质量》中？

回函单位中，同意将 GB 9137-88 并入《环境空气质量标准》的单位有 14 家，与不同意合并的单位数量相同。

同意合并的单位主要认为，《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》（GB 9137-88）是为保护农作物制定的标准，而且只规定了二氧化硫和氟化物的浓度限值。此外，在《环境空气质量标准》环境空气质量功能区分类中，已经包含了农村地区。因此，有必要将主要关注的农作物大气污染物最高允许浓度并入《环境空气质量标准》中，使之比较完整，便于开展工作。

不同意合并的单位主要认为，两个标准所针对的对象不同，《环境空气质量标准》是为保护生态环境和人体健康而制定的；《保护农作物的大气污染物最高

允许浓度》是专门为维护农业生态系统良性循环,保护农作物的正常生长和农畜产品优质高产而制定的,分类更加细致具体,主要为农业相关部门使用,单独制定更方便相关人员参考使用。

3、是否维持既分类(分功能区)又分级的方式?是否有必要保留三级(特定工业区)标准?

回函单位中,大连市环保局等 12 家单位认为,应维持分类分级方式,保留三级标准不变,而且浙江省环保厅和株洲市环保局提出,应限定三类区(特定工业区)面积;中国环境监测总站等 9 家单位认为,应继续维持分类分级方式,但没必要保留三级标准;北京市环保局等 3 家单位认为,应修改现行标准中分类分级方式,并取消三级标准;陕西省环保厅等单位认为不应采用分类分级方式,而且也应取消三级标准。

4、关于污染物项目的调整有何具体建议?是否有必要增加 $PM_{2.5}$?是否有必要恢复氮氧化物?

回函单位中,25 家单位建议增加 $PM_{2.5}$,2 家单位认为没必要增加 $PM_{2.5}$ 。在建议增加 $PM_{2.5}$ 的单位中,有 4 家单位建议应首先加强 $PM_{2.5}$ 的环境监测研究,在此基础上制定 $PM_{2.5}$ 的标准。也有单位认为可在一些重点城市开展试点。此外,还有 2 家单位认为,除增加 $PM_{2.5}$ 污染物项目外,还应增加大气能见度指标。

15 家单位认为有必要恢复氮氧化物指标。

13 家单位,主要是省级或副省级城市环保厅(局)以及环境保护部直属单位的建议不同程度的涉及到增加总烃、非甲烷总烃、苯系物、氯代烃等挥发性有机污染物项目,氯气、氯化氢等无机污染物项目,以及砷、镉、汞和二噁英等有毒有害污染物项目。

此外,四川省环保厅等 3 家单位建议增加氨气、硫化氢等恶臭污染物项目。

5、修订现行标准过程中,对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议?

对于取值时间,上海市环保局建议日均值取值时间调整为 0~23 点;株洲市环保局提出一律采用日均浓度限值;部环境应急与事故调查中心等提出应限定 1 小时浓度限值的时间范围。6 家单位提出,随着自动监测技术的普及应用,应进一步严格数据统计的有效性规定,适当延长样品采集的时间,增加样品采集的频次。

对于浓度限值的调整,11 家单位建议加严铅、二氧化硫、二氧化碳、二氧化氮、颗粒物等污染物浓度限值;北京市环保局等 6 家单位提出增加臭氧 8 小时浓度限值,天津市环保局和南京市环保局提出制定臭氧日均浓度限值。此外,还有提出增加铅的日均和月均浓度限值的建议。

5、关于评价方法

回函单位中,16 家单位建议采用单指标评价方法,认为只要有一种污染物超标,环境空气质量就不达标;仅有 5 家单位建议采用多指标评价。

四、小结

根据上述回函意见汇总,可总结如下。

1、本次公开征集意见的单位具有广泛代表性,但仅有 23% 的单位书面回函。

2、对于是否应将《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》(GB9137-88)纳入到《环境空气质量标准》中,同意和不同意的回函意见数量相当。

3、应适当调整二类 and 三类功能区的分类方式,取消三级标准,仅分为二级标准。

4、污染物项目应增加 $\text{PM}_{2.5}$ 、重金属、挥发性有机污染物，恢复氮氧化物，增加二噁英等有毒有害污染物项目，以及氨气、硫化氢等恶臭污染物项目。

5、应加严二氧化硫、一氧化碳、铅等污染物的浓度限值，增加臭氧 8 小时浓度限值，限定臭氧 1 小时浓度限值的取值时间范围，制定 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度限值。

6、应调整污染物的监测方法和数据统计的有效性规定，采用自动监测方法，增加监测频率。

7、应采用单指标评价方法，一种污染物超标即环境空气质量不达标。

附

修订《环境空气质量标准》等国家环境保护标准公开征集意见汇总表

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物最高允许浓度》 (GB9137-88)并入《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分级的方式？是否有必要保留三级（特定工业区）标准？	4.关于污染物项目的调整有何具体建议？是否有必要增加（PM _{2.5} ）？是否有必要恢复氮氧化物（NO _x ）？	5.修订现行标准过程中，对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议？	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方法（即只要有一项指标超标，就判定空气质量不符合要求并降低评价等级）？
1	中国科学院	1.现行标准未对对人体健康危害极大的细颗粒物（PM _{2.5} ）进行规定。 2. 建议根据国际通行做法，制定臭氧（O ₃ ）标准时选择使用8小时滑动平均值。 3.建议在新标准中增加新污染物项目（如氮氧化物（NO _x ）等）	建议并入，并将 Pb（Pb）等重金属纳入标准中。	建议取消不同功能的划分：由于不同功能区区域之间没有明显的界限，难以对不同区域采用不同的标准。	建议将细颗粒物（PM _{2.5} ）作为一个重要参数进行考虑，但首先要对其进行全面的观测研究，在全面认知基础上，逐步将其作为一个常规指标进行指定和执行。另外建议恢复氮氧化物（NO _x ），并以二氧化氮（NO ₂ ）计。	建议在修订过程中尽量与国际通用的标准相结合，同时考虑到我国的实际发展水平进行相应的调整。	建议考虑所有污染物的水平，进行综合评定。
2	北京市环境保护局	1. 加强标准目标值与国家2020年发展目标相关性研究。 2. 考虑将有机污染物项目增加到标准中，开展监视性检测。	建议将两项标准统筹考虑，制定为一项标准或分别制定标准均可。	建议修改原有分类分级方式，尤其不赞成保留三级（特定工业区）标准。环境空气质量标准是为保护人体健康和人类生活环境、生态环境而制定的，应按此两大类别制定标准，这是国际通行做法。	建议将污染物项目分为必测项目和选择性项目，除考虑常规污染物，应增加有毒污染物限值；常规污染物项目不宜过多；加强PM _{2.5} 基础研究，视情况修订增加PM _{2.5} 或在污染严重区域开展试点；建议增加NO _x 为参考性指标，将其列为选择性监测	建议PM ₁₀ 日均限值保持不变，年均限值加严；建议采用O ₃ 8小时浓度限值；鉴于自动监测的普及，应对监测数据的有效性提高要求，防止为追求达标率而对监测数据进行筛选的作弊行为。	

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问题?	2.是否有必要将《保护农作物的大气污染物的最高允许浓度》(GB9137-88)并入《环境空气质量》中?	3.是否维持既分类(分功能区)又分级的方式?是否有必要保留三级(特定工业区)标准?	4.关于污染物项目的调整有何具体建议?是否有必要增加(PM _{2.5})?是否有必要恢复氮氧化物(NO _x)?	5.修订现行标准过程中,对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议?	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方法(即只要有一项指标超标,就判定空气质量不符合要求并降低评价等级)?
					污染物。		
3	天津市环境保护局		不建议合并。	建议不采用分类分级方式,只需注明一类、二类、三类标准即可;建议保留“特定工业区”标准,但需注明定义,以便于操作。		建议增加 O ₃ 日平均值。	建议改变现行标准实行的“单指标评价”方式,因为这样会掩盖超标项目和污染程度,如一项指标不达标与对象指标不达标的差异性显现不出来。
4	上海市环境保护局		不建议合并。对于农作物保护标准建议可制订相关指导手册。		建议增加 PM _{2.5} 指标。	建议污染物浓度取值时间由昨日 12-12 时调整为 0-23 时,增加 O ₃ 8 小时评价标准。	建议进一步完善 API 体系,将以单指标评价整个环境的空气质量改变为分指标分别统计方法,以浓度值直接评价。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88) 并 入《环境空气质 量》中？	3.是否维持既分类 (功能区)又分级的 方式？是否有必要 保留三级(特定工 业区)标准？	4.关于污染物项目的 调整有何具体建议？ 是否有必要增加 (PM _{2.5})？是否有必要 恢复氮氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过程 中,对污染物项目浓 度的取值时间及浓 度限值的调整有何 具体建议？	6.是否要改变现行标 准实行的“单指标 评价”方法(即只要 有一项指标超标, 就判定空气质量不 符合要求并降低评 价等级)？
5	重庆市环境保护局	现行标准中空气质量标准分级分为一、二、三级,不便于公众理解,建议采用更通俗易懂的分级名称。	建议暂不并入。	建议维持既分类又分级的方式,建议取消三级(特定工业区)标准。	建议增加 PM _{2.5} 、NO _x 、总烃、和非甲烷总烃及空气中重金属等污染物项目,取消 TSP、苯并[a]芘和氟化物项目。	建议加严 CO、Pb 的污染物浓度限值;建议修改标准中关于数据统计的有效性规定;建议将标准“6.1 采样”中的采样执行依据改为“《空气质量自动监测技术规范》(HJ/193-2005),并调整相关监测分析方法。	建议保留“单指标评价”方法。
6	浙江省环境保护厅		建议合并。但应考虑两个标准对指标限值的衔接;制定保护农作物的大气污染物最高允许浓度时,建议增加硝酸(HNO ₃)、硫酸(H ₂ SO ₄)、氯化氢(HCl)项目,因在发生污染事故时,他们的酸雾会对农作物造成危害。	建议限定三类区(特定工业区)最小面积。	建议增加大气能见度、PM _{2.5} 、挥发性有机污染物(VOCs)、各类特征污染物等指标;恢复 NO _x 指标。	建议修改和调整现有标准中的不合理的浓度限值;对 CO、SO ₂ 、NO ₂ 项目的数据有效性规定进行修订和完善,并在数据有效性规定中增加手工监测的采样频次和采样时间。	现有单指标评价有失偏颇,建议用多指标综合污染指数评价,比较全面和科学。
7	海南省国土环境资源厅	污染物项目太少。	建议合并,但备注应注明使用的范围。农作物种类应扩大,如香蕉、橡胶等包括在内。	建议维持既分类又分级的方式,并保留三级(特定工业区)标准,但特定工业区需进行详细说明。	建议增加 PM _{2.5} 项目,建议恢复 NO _x 项目。		建议不改变“单指标评价”方法。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88) 并 入《环境空气质 量》中？	3.是否维持既分类 (功能区)又分级的 方式？是否有必要 保留三级(特定工 业区)标准？	4.关于污染物项目的 调整有何具体建议？ 是否有必要增加 (PM _{2.5})？是否有必要 恢复氮氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过程 中，对污染物项目浓 度的取值时间及浓 度限值的调整有何 具体建议？	6.是否要改变现行 标准实行的“单指 标评价”方法(即 只要有一项指标超 标，就判定空气质 量不符合要求并降 低评价等级)？
8	四川省环境保护厅	标准执行结果不能很好反映当前大气污染状况，常规大气污染物监测项目不足，难以满足现在对大气污染源污染物控制的需求。	有必要合并。	建议修订现有的功能区分类方式。新标准将环境空气质量功能区划分为：特殊保护区（含自然保护区和风景名胜保护区）、生活及一般工业区、作物生长区、特殊工业区等四类；没有必要保留三级标准。	建议增加苯系物、卤代烃、氯苯类、总烃和非甲烷总烃、苯胺硝基苯类化合物等有机物，砷、镉、汞和镍的重金属指标，可考虑增加 HCl、氨(NH ₃)、氯气(Cl ₂)、O ₃ 及 VOC、NO _x 和多环芳烃（PAHs）等汽车尾气特征污染物；有必要增加 PM _{2.5} ；建议增加灰霾标准。	建议增加主要污染中短期污染物浓度限值，在新标准中增加月、季平均浓度限值；修订过程中应密切关注与同期制订标准的协调性和一致性；建议严格数据统计的有效性规定。	
9	陕西省环境保护厅	建议解决国家环境空气质量标准内容重叠问题，统一国家环境空气质量标准。		建议不采取既分类又分级的方式，也无必要保留三级标准	建议 NO ₂ 和 NO _x 保留一项；建议不增加 PM _{2.5}		建议改变现行的“单指标评价”方法。
10	新疆维吾尔自治区环境保护厅	建议北方地区 TSP 应重新作为环境空气质量评价标准，仅监测 PM ₁₀ 不能全面客观反映当地环境空气质量。	有必要合并，农村环境空气质量评价时应做参考。	在一个城市中，不必保留既分类又分级的方式，因为大气是超级流体，分区分级保护根本无法做到。	当前灰霾污染加剧，有必要增加 PM _{2.5} 指标；严格对 NO _x 的要求。	具体评价过程中建议增加月均值标准。	不需要修改“单指标评价”方法。
11	青海省环境保护厅	有一些对人体健康有影响的污染物没有标准，只能参照国外的标准。建议增加环境空气质量评价项目，如非甲烷总烃。	有必要合并，因为有些污染物通过农作物进入食物链，并在人体产生累积，从而对人群健康造成危害。	应维持既分类又分级方式，有必要保留三级标准，但应适当提高标准要求，同时明确其适用范围。	对西北地区，建议 TSP 和 PM ₁₀ 不使用统一标准，可根据地区情况分别制定标准；建议增加 PM _{2.5} 标准，分阶段执行。	重金属取值时间应加长	仍实行“单指标评价”方法，但要适当考虑本底值。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物最高允许浓度》 (GB9137-88)并入《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分级的方式？是否有必要保留三级（特定工业区）标准？	4.关于污染物项目的调整有何具体建议？是否有必要增加（PM _{2.5} ）？是否有必要恢复氮氧化物（NO _x ）？	5.修订现行标准过程中，对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议？	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方法（即只要有一项指标超标，就判定空气质量不符合要求并降低评价等级）？
12	鞍山市环境保护局	建议增加有机物环境质量标准，如总烃、苯系物等	有必要。	需要维持既分类（分功能区）又分级的方式。有必要保留三级（特定工业区）标准，但随着社会的发展对三级标准应从严。	增加 PM _{2.5} ；恢复 NO _x 的标准。	建议增加 Pb 日均值标准。	不改变。
13	大连市环境保护局	1.现有公路两侧污染加重，可考虑增加交通干线区划，标准放宽； 2.评价污染物太少，环评工作中常引用其他标准或国外标准。	有必要。环境空气质量功能区分类包含农村地区，也应将其主要关注的农作物的所允许的污染物最高浓度一并给出，更加完整，便于工作开展。	应保留，这样结构比较清晰。有必要保留三级标准，但是要和范围划分结合。	应增加 NH ₃ 、HCl、Cl ₂ 、甲苯、非甲烷烃等特征污染物项目；增加自然降尘、PM _{2.5} 以及 VOC、三氯乙烯、四氯乙烯等有机污染物标准，O ₃ 增加日均值标准；可恢复 NO _x ，建议将空气污染指数优良列入标准。	污染物日平均浓度的取值时间建议改成每日 4 次；建议区分污染物不同等级标准值；应适当提高 SO ₂ 、NO ₂ 、CO 的标准浓度限值。	可以不改变。若改变应该有理有据的设置权重系数。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88)并入 《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类 (分功能区)又分级的 方式？是否有必要 保留三级(特定工业 区)标准？	4.关于污染物项目的 调整有何具体建议？ 是否有必要增加 (PM _{2.5})？是否有必要 恢复氮氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过程 中，对污染物项目浓度 的取值时间及浓度限 值的调整有何具体建 议？	6.是否要改变现行标准 实行的“单指标评价”方 法(即只要有一项指标超 标，就判定空气质量不符 合要求并降低评价等 级)？
14	南京市环境保护局	1.标准难以适应经济发展带来的污染类型转变，已从单一煤烟型向煤烟、交通等混合型污染转变。 2.标准难以体现交通污染状况。 3.用现行标准进行的环境质量评价无法与老百姓实际感官相适应。 4.环境空气质量分功能区的方法不科学合理。 5.现行标准 TSP 指标已很少运用到环境空气质量管理及环评工作中。	没有必要。因为两个标准针对的对象不一样，一个主要针对保护农作物，一个针对保护人体健康。	应维持既分类又分级方式，取消特定工业区三级标准，特定工业区标准应单独制定。	有必要增加 PM _{2.5} 指标，建议用 PM _{2.5} 取代 TSP，并建议恢复 NO _x 替代 NO ₂ ；建议制定道路两侧空气质量标准，增加 NO ₂ 、NO、NO _x 等指标；建议增加硫化氢(H ₂ S)、Cl ₂ 等气态污染物标准，增加有机污染物如苯系物、甲烷(CH ₄)、非甲烷总烃等标准，并补充强致癌性物质如甲醛(CH ₂ O)、二噁英等标准。	鉴于自动监测的普及，建议将 TSP、PM ₁₀ 等颗粒物每日采样时间改为 18 小时以上，年平均采样天数同 SO ₂ 一样，进一步完善 O ₃ 标准评价体系。	建议维持不变。
15	杭州市环境保护局		可以合并，但应考虑两个标准对指标限值的衔接，避免矛盾出现。	在空气具有较强流动性的情况下，面积过小的工业区执行单独标准，对保护环境无意义，且会影响到周边地区环境空气质量，故建议限定特定工业区最小面积。	建议增加大气能见度、PM _{2.5} 、VOC 等指标，同时建议增加各类特征污染物指标；恢复 NO _x 指标。		

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88) 并 入《环境空气质 量》中？	3.是否维持既分类 (功能区)又分级的 方式？是否有必要 保留三级(特定工 业区)标准？	4.关于污染物项目的 调整有何具体建议？ 是否有必要增加 (PM _{2.5})？是否有必要 恢复氮氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过程 中，对污染物项目浓 度的取值时间及浓 度限值的调整有何 具体建议？	6.是否要改变现行 标准实行的“单指 标评价”方法(即 只要有一项指标超 标，就判定空气质 量不符合要求并降 低评价等级)？
16	桂林市环境保护局		没有必要。因为两个标准保护的 对象不一样。	维持既分类又分级的 方式，保留三级(特定 工业区)标准。	增加 PM _{2.5} 标准，有利于 空气中颗粒物分析和控 制；建议恢复 NO _x ；建议 增加 H ₂ SO ₄ (雾) 和 HCl 污染物项目标准。	增加 O ₃ 8 小时平均取值时 间，浓度限值为 0.08-0.12mg/m ³ 。	不改变
17	南宁市环境保护局		因两标准不存在根本性 冲突，不建议将两标准合 并。	建议维持分类又分级 方式，但应对功能区概 念进一步细化和明确， 如“特定工业区”的准确 界定定义应更具体明 确；应注意将现行 API 分级标准与《环境空气 质量标准》相衔接，避 免公众出现理解上的 偏差。	建议在全国范围内对 PM _{2.5} 情况作详细的调 查、掌握各地 PM _{2.5} 在 PM _{2.5} 中所占比例的差异 后，再增加 PM _{2.5} 指标； 不建议恢复 NO _x 项目。	因臭氧与日照时间有关， 建议臭氧项目增加日均 值评价标准。可取白天时 间(8: 00-18: 00) 均值为 日均值。	建议继续实行“单指标评 价”方法。
18	广州市环境保护局		建议合并。将原《环境空 气质量标准》氟化物标准 取消，只保留其保护农作 物的最高允许浓度值。	建议维持分类又分级 方式，无必要保留三级 标准(特定工业区)， 并将一二级合并。	建议增加 VOC、PM _{2.5} 、 NO _x 、CO ₂ 、总挥发性有 机污染物(TVOC) 等监 测项目及标准值。	建议修订时降低 Pb 的浓 度限值；建议对污染物浓 度取值时间应缩短和便 捷，可以使用快速监测 仪；由于目前普遍采用自 动监测，故建议对数据统 计有效性的规定做相应 的修改；建议修订时新增 一些检测方法，如 ICP-MS 法、X 荧光能谱 仪法等。	建议从严要求，实行“单指 标评价”方法。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物最高允许浓度》 (GB9137-88)并入《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分级的 方式？是否有必要保留三级（特定工业 区）标准？	4.关于污染物项目的调整有何具体建议？ 是否有必要增加（PM _{2.5} ）？是否有必要恢复氮氧化物（NO _x ）？	5.修订现行标准过程中，对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建 议？	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方 法（即只要有一项指标超标，就判定空气质量不符合要求并降低评价等 级）？
19	乌鲁木齐市环境保护局	有待进一步提高标准，更能满足居民对环境空气舒适度的要求。		应维持既分类又分级的方式，特别是一些重点工业园区应保留三级标准便于执行。建议三级标准中增加一些工业行业排放特征污染物的质量标准限值。	有必要增加 PM _{2.5} 指标，同时恢复氮氧化物。	污染物项目浓度的取值应与空气自动站的监测时间相一致，浓度限值应更严格。	可继续执行“单指标评价”方法。建议在标准中对空气自动监测点的建设数量和建设位置给予规定。
20	宜宾市环境保护局			可以保留既分类又分级方式，现行标准对功能区分类太笼统，可考虑进一步细化功能区分类，特别是特定工业区的分类和定义。	可考虑取消 PM ₁₀ ，增加 PM _{2.5} 。	可考虑对污染物统计有效性的规定进行调整，以适应自动监测的现状。	可考虑修改现行标准实行的“单指标评价”方法；在新标准直接中进一步考虑东西部地区的差异。
21	绵阳市环境保护局	无意见。					
22	株洲市环境保护局	环境空气质量标准中项目不全（如环境空气中重金属、有机物等）	没必要合并。GB9137-88可在环境空气中适当体现。			评价中一律使用日均浓度进行评价；评价要选择合适的指标体系。	
23	宁波市环境保护局	现行标准体系不统一造成执行困难；环评中较难找到特定化合物的环境空气标准；	建议不合并。因两标准针对对象不同。	维持既分类又分级的方式不修改。	建议增加大气中非甲烷总烃的国家标准（或地方标准），建议增加 PM _{2.5} ，恢复 NO ₂ 标准。	为保持数据可比性，建议污染物项目浓度限值和取值时间不调整；修订过程中，尽量保持环境空气质量标准与排放标准的一致性，如现行排放标准无 NO ₂ ，只有 NO _x 。	建议改变“单指标评价”方法，设定综合评价指数以提高评价的科学性。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的大气污染物的 大气污染物最高允许 浓度》 (GB9137-88) 并入 《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类 (功能区)又分级的 方式？是否有必要 保留三级(特定工业 区)标准？	4.关于污染物项目的 调整有何具体建议？ 是否有必要增加 (PM _{2.5})？是否有必要 恢复氮氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过程 中,对污染物项目浓度 的取值时间及浓度限 值的调整有何具体建 议？	6.是否要改变现行标准 实行的“单指标评价”方 法(即只要有一项指标超 标,就判定空气质量不符 合要求并降低评价等 级)？
24	环保部环境应急与 事故调查中心	现行标准已不能很好的与群众的切身感受相吻合,有必要增加PM _{2.5} 、NO _x 等指标。	没必要并入。因为《环境空气质量标准》中相关内容很难加入《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》。	需要维持分类分级方式,需要继续保留三级(特定工业区)标准,这样可操作性强,便于基层实施;功能区分类中,应将二类功能区中的一般工业区合并到三类功能区,以更好的保护群众的环境权益和健康权益。		污染物项目浓度的取值时间“1小时平均:应明确规定具体时间范围。	不需改变,这是国际通行做法。
25	华南环境保护督查 中心	现行标准对环境质量评价项目较少,建议适当增加项目(苯系物、卤代烃、二噁英、恶臭、二硫化碳等),并进一步完善环境空气质量标准配套检测技术规范。	建议将《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》单独执行,并适当增加监测项目。	建议取消三级标准,分两级标准进行管理。	建议增加PM _{2.5} ,恢复NO _x 。	建议适当调整Pb的浓度限值。	
26	东北环境保护督查 中心		建议并入。	建议继续维持既分类又分级的方式,但删除三级标准,因为三级标准不利于保护从业人员身体健康。	建议增加PM _{2.5} 指标,恢复NO _x 指标,同时建议将CH ₄ 、非甲烷烃以及总烃列为环境空气质量标准评价指标。	建议出台更严格的Pb控制指标,进一步提高空气质量。	建议继续维持“单指标评价”方法。
27	广东核与辐射安全 监督站	无意见。					

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物最高允许浓度》 (GB9137-88)并入《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分级的方式？是否有必要保留三级（特定工业区）标准？	4.关于污染物项目的调整有何具体建议？是否有必要增加（PM _{2.5} ）？是否有必要恢复氮氧化物（NO _x ）？	5.修订现行标准过程中，对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议？	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方法（即只要有一项指标超标，就判定空气质量不符合要求并降低评价等级）？
28	西北核与辐射安全监督站	无意见。					
29	南开大学	由于近年来我国部分城市灰霾现象呈加重趋势，建议针对灰霾污染特征，制定能客观反映空气质量优劣且可操作性强的推荐标准，并选择典型城市进行试点。	鉴于两标准属于不同范畴，故不建议并入。	建议维持既分类（分功能区）又分级的方式，但不建议保留三级（特定工业区）标准。	从工作基础和可执行性角度考虑，目前将 PM _{2.5} 作为修订标准中增设的污染物项目尚不成熟。但需要适应新的形势，积极准备和应对，开展监测科研和在典型省市的试点工作。	建议增加 O ₃ 浓度 8 小时平均值；建议加强对我国环境空气质量标准的相关研究工作。	
30	中国环境监测总站	1.污染物项目欠缺。细粒子 PM _{2.5} 、一些有毒有害的有机污染物应纳入《环境空气质量标准》。 2.有些污染物项目如 PM ₁₀ 标准偏松。	没有必要合并。《环境空气质量标准》是出于对生态环境和人体健康的角度制定的，而《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》是专门针对保护农业制定的标准。	可继续维持既分类又分级的方式，但三级（特定工业区）标准应取消。	近年监测实践表明，我国大城市中 PM _{2.5} 已占 PM ₁₀ 的 60% 左右，有必要增加 PM _{2.5} 的标准，另外在检测技术方面，我国已基本具备推广 PM _{2.5} 自动监测技术的条件；没有必要增加 NO _x 标准。	建议适当提高 PM ₁₀ 的标准，建议考虑增加 O ₃ 8 小时取值时间的标准；建议增加最多允许超标天数评价指标。	否。现行空气质量标准并没有“单指标评价”的概念。
31	中日友好环境保护中心	无意见。					

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88)并入 《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类 (分功能区)又分 级的方式？是否 有必要保留三级 (特定工业 区)标准？	4.关于污染物项目 的调整有何具体 建议？是否有必 要增加 (PM _{2.5})？是否 有必要恢复氮 氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准过 程中,对污染物 项目浓度的取值 时间及浓度限值 的调整有何具体 建议？	6.是否要改变现行 标准实行的“单 指标评价”方 法(即只要有一 项指标超标,就 判定空气质量不 符合要求并降低 评价等级)？
32	环保部环境规划院	1. 现行标准尚没有PM _{2.5} 限值指标,且臭氧的标准过于宽松; 2. 改报NO ₂ 后,由于标准值放宽,以致我国某些城市NO _x 环境质量不容乐观; 3. 大气有毒有害污染物缺少室外标准。	没有必要合并。	可继续维持既分类又分级的方式,但建议只保留一类区执行一级标准、二类区执行二级标准,取消特定工业区可以执行三级标准的规定。三级标准可以保留但只是作为污染程度的一个判据。	建议增加PM _{2.5} 、增加8小时O ₃ 、恢复NO _x 或适当加严NO ₂ 浓度限值,增加标准中有毒有害污染物的浓度限值。	PM _{2.5} 、8小时O ₃ 、NO _x 、NO ₂ 浓度限值可参考美国欧盟等相关标准。有毒有害污染物标准可参考欧盟环境空气质量标准。	最好是分别单项,即每种污染因子分别评价,分别给出结果,年度统计时也按各污染因子分别给出达标天数。
33	环保部环境工程评估中心	1.我国现行标准中环境空气质量功能区划分不科学合理; 2.现行标准中指标偏少。	《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》是《环境空气质量标准》的补充。《环境空气质量标准》中划分的环境空气质量功能区已包括了农村地区,可根据农作物的敏感程度划定不同功能区,不宜对农作物地区另行标准。	分类方式需要细化,建议按照人居要求和生态保护要求分别分类;建议不再保留三级(特定工业区)标准。	建议增加一些常见对人体健康有害的特征污染物的标准限值,如H ₂ S、非甲烷总烃、苯系物、二噁英以及其他一些“三致”物质等;建议在我国重点城市增加PM _{2.5} 环境质量要求,对于特大城市(如省会城市),还要考虑增加VOC的环境质量要求;不建议恢复NO _x ,控制NO ₂ 即可。	建议在一小时平均和日平均限值中引进达标保证率的概念。	建议目前继续执行“单指标评价”方法,适时启动综合评价指标。

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物的 大气污染物最高 允许浓度》 (GB9137-88) 并 入《环境空气质 量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分 级的方式？是否 有必要保留三级 （特定工业区） 标准？	4.关于污染物项 目的调整有何具 体建议？是否 有必要增加 (PM _{2.5})？是否 有必要恢复氮 氧化物(NO _x)？	5.修订现行标准 过程中，对污染 物项目浓度的 取值时间及浓 度限值的调整 有何具体建 议？	6.是否要改变 现行标准实 行的“单指标 评价”方法 (即只要有一 项指标超标， 就判定空气 质量不符合 要求并降低 评价等级)？
34	中国环境保护产业协会		建议并入。	建议环境空气质量功能区的划分如下：一类区：保持不变。二类区：改为农村和城市规划区；三类区：经济开发区、工业区	建议增加二噁英、H ₂ S、PM _{2.5} 、汞(Hg)、TVOC、降尘、NH ₃ 、甲醛(CH ₂ O)、CO ₂ 及有关温室气体等指标；建议恢复NO _x 的指标或明确NO _x 与NO ₂ 指标的转化率；增加PM _{2.5} 代替TSP	环境空气监测增加在线监测有关的内容；建议《环境空气质量标准》与政府城市环境管理目标挂钩。	
35	中华环境保护基金会	现行标准为十多年前制定，我国环保工作和技术有了很大的发展，该标准已经不能满足管理、保护环境和人体健康的需要。				修订标准是一项涉及面大而又复杂的工作，应该组织有关方面。成立专门调研组，通过系统调研和分析，提出标准初稿，再进一步征求意见。	
36	中国环境文化促进会	无意见。					
37	环保部政策法规司				建议在城镇规划确定的居住区增加PM _{2.5} 。		
38	环保部科技标准司（技术处）				建议增加PM _{2.5} ；可考虑增加可持久性有机污染物（POPs）物质指标。		
39	环保部环境监测司	无意见。					
40	环保部自然生态保	无意见。					

序号	单位	1.现行标准在实施过程中主要存在哪些不适应国家经济社会发展和环境保护工作需要的问 题？	2.是否有必要将《保护农作物的 大气污染物最高允许浓度》 (GB9137-88) 并入《环境空气质量》中？	3.是否维持既分类（分功能区）又分级的方式？是否有必要保留三级（特定工业区）标准？	4.关于污染物项目的调整有何具体建议？是否有必要增加（PM _{2.5} ）？是否有必要恢复氮氧化物（NO _x ）？	5.修订现行标准过程中，对污染物项目浓度的取值时间及浓度限值的调整有何具体建议？	6.是否要改变现行标准实行的“单指标评价”方法（即只要有一项指标超标，就判定空气质量不符合要求并降低评价等级）？
	护司						
41	环保部驻部纪检组监察局	无意见。					
42	环保部宣传教育司	无意见。					
43	环保部环境监察局		为体现对农业的保护，不建议将其并入。	应将分类和分级的方式结合起来，没有必要保留三级（特定工业区）标准。	应增加 NO _x 指标。		不改变。
44	环保部机关党委	无意见。					