



定标，启航

环境空气质量标准系列文章

评价篇

亚洲清洁空气中心

关于环境空气质量标准系列文章

环境空气质量标准的制定、修订和实施是持续改善空气质量、保护公众健康的重要基础。亚洲清洁空气中心在能源基金会中国的支持下围绕空气质量标准国际经验开展研究，通过梳理美国、欧盟和亚洲等国家和城市的经验和做法，并结合中国的需求和现状撰写空气质量标准的系列文章。

关于亚洲清洁空气中心

亚洲清洁空气中心（Clean Air Asia，简称 CAA）是一家国际非营利性组织，致力于改善亚洲区域空气质量，打造健康宜居的城市。CAA 成立于 2001 年，是联合国认可的合作伙伴机构。

CAA 总部位于菲律宾马尼拉，在中国北京和印度德里设有办公室。CAA 拥有来自全球的 261 个合作伙伴，并建立了六个亚洲国家网络——印度尼西亚、马来西亚、尼泊尔、菲律宾、斯里兰卡和越南。

CAA 自 2002 年起在中国开展工作，专注于空气质量管理与绿色交通两个领域。2018 年 3 月 12 日，CAA 获得北京市公安局颁发的《境外非政府组织代表机构登记证书》，在北京设立亚洲清洁空气中心（菲律宾）北京代表处。CAA 接受公安部及业务主管单位生态环境部的指导，在全国范围内开展大气治理领域的能力建设、研究和宣传教育工作。

环境空气质量标准系列文章 | 评价篇

导读：环境空气质量标准的实施需要基于监测和评价。在 2012 年发布新标准后，我国的环境监测网络实现了跨越式的发展，目前仅进行空气质量评价的国控监测站点就达到了 1436 个，此外还包括多个背景站和区域站。那么基于现有的监测网络和评价方法，是否可以全面和恰当地评价空气质量呢？本篇将回答这一问题并基于对比分析和国际经验总结提供对我国现有监测和评价体系的进一步完善建议。

I. 监测是评价空气质量的基础

空气质量监测为检验和评价环境空气质量是否达标、分析空气污染水平趋势和暴露情况、制定空气质量管理政策措施并对其进展与有效性评估等提供数据基础。只有完备的监测系统和评价方法才能够提供充分、可靠的空气质量数据，对空气质量进行全面评价，进而为空气质量管理决策提供依据。因此，在空气质量管理框架中，监测往往既是奠定基础的第一步，也是评价管理是否有效的最后一步。

A. 功能各异的监测站点

空气质量监测可以达成多种目标，因此监测网络需要涵盖具备不同功能的监测站点组合来实现。除了评价空气质量是否达标，基于标准开展监测、评价空气质量现状水平和变化趋势之外，空气质量监测还需要发挥更多作用。

监测的目标

基本目标	特定目标
向公众及时发布	评估短期污染水平
	形成空气质量指数（或其它数据传播的工具）
	预测预报
达标	确定达标水平
	观察污染趋势
	制定污染控制策略
	分析浓度升高的程度和原因
	加强对大气污染物和污染源化学与物理特性的理解
	评估污染控制策略的有效性
	支持国家/国际公约或行动
研究	识别污染生成与变化特征
	评估对不同人群的影响
	评估对能见度、气候变化与生态系统的影响
	模型验证/校正
	发现新污染物质

（亚洲清洁空气中心，2016）

成熟的空气质量监测网络往往是由若干个具备不同功能的监测站点组合而成。由于监测站点的监测和运营都需要耗费一定人力资本和财务资源，受限于技术、成本、空间等因素，环境管理部门需要对站点组合的数量和位置进行权衡和考量，使其规模覆盖所要求的范围，具备的功能能够满足监测目的，并确保其代表性和合理性。

不同国家的监测站点设置的种类和功能可以说大同小异，多包括城市点、郊区点、背景点、交通点等常见类型。下表对比和展示中国、英国、美国、日本的监测站点类型及其功能，并说明其覆盖和代表的区域范围。

不同监测站点类别及其功能

国家	监测站点类型	功能	代表区域范围
中国	城市点	监测城市建成区的空气质量整体状况和变化趋势	半径 500 米至 4 千米的区域
	区域点	监测区域范围空气质量状况和污染物区域传输及影响范围	半径几十千米的区域
	背景点	监测国家或大区域范围的环境空气质量本底水平	半径 100 千米以上的区域
	污染监控点	监测主要固定污染源及工业园区等污染源聚集区对当地环境空气质量的影响	半径 100-500 米的区域
	路边交通点	监测道路交通污染源对环境空气质量的影响	人们日常生活和活动场所中受道路交通污染源排放影响的道路两旁及其附近区域
	非道路移动源监测点	监测飞机、轮船等非道路移动源排放对空气质量的影响	机场、港口等非道路移动源排放较大的场所及附近区域
英国	城市点	监测城市建成区的空气质量整体状况和变化趋势	几平方千米的区域
	城郊点	监测建筑密度小于建成区的城郊地区的空气质量整体状况和变化趋势	几十平方千米的区域

	农村点	监测距城市群 20 公里以上的农村地区的空气质量整体状况和变化趋势，以保护植被和自然生态系统为目标	1000 平方千米以上的区域
	背景点	其污染水平不受任何单一污染源或街道的显著影响，监测点位所有上风向排放源的综合影响	几平方千米的区域
	交通点	监测道路交通污染源对环境空气质量的影响	长度不小于 100 m 的路段
	工业点	监测附近存在的单一或多个工业污染源对所在地区环境空气质量的影响	250*250m 以上的区域
美国	污染峰值监测点	监测区域污染物的最高浓度水平	未定义
	人群暴露监测点	监测区域人口密度较高地区的污染物浓度水平	未定义
	污染源监控点	监测污染源对环境空气质量的影响	未定义
	背景点	监测背景地区空气质量的本底水平	未定义
	区域传输点	监测污染物传输及影响	未定义
	污染物风险评价点	监测污染物对能见度、植被等的影响	未定义
日本	一般环境空气监测点	监测所在地区的大气污染状况，了解排放源的贡献和高浓度地区治理政策的效果	未定义
	道路监测点	监测汽车尾气造成的大气污染情况，设置在十字路口、道路及道路边缘附近的监测点位	未定义

B. 不同层级和类别的监测网络

单独的监测站点只能监测其代表的一定范围内的空气质量和发挥有限的功能，如要全面评价一个城市、区域乃至国家等更大范围区划的空气质量，则需要建立由众多监测点组成的完善的监测网络，才能有效的监测其广大地区内空气污染物浓度水平、特征和变化趋势。

监测网络的目的也因为其包含监测点的功能不同而有所区别，监测网络发达的国家通常会包含多级和多类别的空气质量监测网络，以服务于不同的空气质量管理目标。当然，大部分城市监测网络的主要作用都是用来评价空气质量达标情况，此外还有评估污染特征、评估治理政策的有效性、验证空气质量模型、评估人体健康风险和生态风险、支持科学研究等目的的网络。下表以中国、美国、和英国为例介绍其主要的几个空气监测网络、包括其监测项目、点位数量等信息。

各类监测网络对比（*不同网络的监测站点会有部分重合）

国家	监测网络	监测项目	站点数量
中国	国家空气质量监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3	1436
	省/市控空气质量监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3	数千
	区域空气质量监测网	标准 6 参数、气象参数	96
	背景空气质量监测网	标准 6 参数、黑炭、数浓度、能见度、气象参数	16
	地方网格化监测网络	自行决定，多数为 PM2.5、PM10、O3	可达数万
	国家大气颗粒物组分监测网络	PM2.5、碳组分、水溶性离子、无机元素	94 手工+74 自动
	大气光化学监测网络	VOCs、NO、NO2、CO、NMHC、NOy、HONO、大气分子光解速率等	77
美国	State and Local Air Monitoring Stations (SLAM)	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3	4000+
	国家与地方空气监测网络	每个站点监测其中一个或几个项目	

	NCore Multipollutant Monitoring Network 国家核心多污染物监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3 每个站点监测其中一个或几个项目	1000+
	Photochemical Assessment Monitoring Stations 光化学评估监测网络	O3、前体物、气象参数	75
	Near-road monitoring network 道路监测网络	NO2、PM2.5、CO、O3、SO2、黑碳 每个站点监测其中一个或几个项目	70+
	PM2.5 Chemical Speciation Network PM2.5 化学组分监测网络	PM2.5、碳气溶胶、离子、元素等	150
英国	Automatic Urban and Rural Network (AURN) 城市与郊区自动监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3 每个站点监测其中一个或几个项目	150+
	Automatic Hydrocarbon Network 碳氢化合物监测网络	29 种 VOCs 物种	4
	Automatic London Network 伦敦自动监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NOx、CO、O3 每个站点监测其中一个或几个项目	14
	London Air Quality Network 伦敦空气质量监测网络	PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO、O3 每个站点监测其中一个或几个项目	119

C. 用以空气质量评价的监测站点与网络

不同国家参与空气质量评价的监测站点与网络并不相同，我国在评价站点的数量和类别上相比欧美发达国家仍有差距。

我国参与城市空气质量达标评价的监测网络只有国家空气质量监测网络的 1436 个监测站点，其他监测站点都是为其他目的建设，包括各省市用于自身的空气质量管理、政策评估、科学研究等。而在与我国国土面积相近且人口密度更低的美国，国家与地方空气监测网络（SLAM）的 4000 多个监测点位全部用于城市空气质量评价，远远多于我国的 1436 个站点。在英国，城市与郊区自动监测网络（AURN）所有监测点位也都参与达标评价，其单位面积上的监测点位数量也是我国的 4 倍以上。可喜的是我国监测网络的优化和扩展工作一直在进行。“十四五”期间，国家城市环境空气质量监测网络的站点数量将从当前的 1436 个增加至近 1800 个，一定程度上解决了部分城市新增建成区缺少点位，以及现有建成区点位密度不均衡等问题，实现地级及以上城市和国家级新区全覆盖。

此外，我国进行空气质量评价的站点也主要分布在建成区，而对郊区和广大农村地区的空气质量监测评价不足。而 PM_{2.5} 和 O₃ 区域复合污染问题不仅出现在城市地区，也同样影响到周边地区的暴露水平，损害公众健康。特别是 O₃，由于受传输影响和自然源前体物 VOCs 参与光化学反应的复杂机制，其浓度峰值也会出现在下风向的远郊和农村地区，也应在进行监测评价时受到重视。

最后，中国和欧美、日本等国家在参与空气质量评价的站点方面有一个重大差异，也就是中国的城市空气质量评价和达标判定均不包括污染监控点和路边交通点的监测数据，即反应工业源排放和交通源排放的环境空气质量监测数据不纳入城市的空气质量评价当中，并且这两类站点的数量非常少，尚在建设的起步阶段（见下表道路监测站点对比示例）。而美国、英国等发达国家则是一并纳入评价，未豁免任何这两类站点的监测数据。美国还设置专门的污染峰值监测站点以评估高浓度区域的空气质量，日本则是将交通监测网络区别于一般监测网络，进行独立的评价和达标分析。

城市道路监测站点布设对比（截止 2019 年公开数据）

城市	监测站点总数	路边站点数量	面积 (平方公里)	机动车 保有量(万辆)	常住人口 (万人)	总体监测站点密度 (个/10,000 平方公里)	交通监测站点密度 (个/10,000 平方公里)	路边站主要监测 指标
北京	35 (国控+市控)	14 (市控)	16410	608.4	2154.2	21	9	PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃
上海	54 (国控+市控)	5 (市控)	6340	399.3	2423.78	85	8	
广州	51 (国控+市控)	2 (市控)	7434	248.9	1490.44	69	3	
香港	16	3	1106	78.4	748.25	145	27	PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃
伦敦	119	62 (道路站) 11 (路边站)	1577	307	882.5	755	463	PM ₁₀ , NO ₂
巴黎	64 (50 个自动站)	13 (自动站)	12000	511.6	1214.28	54	11	PM _{2.5} , PM ₁₀ , NO, NO ₂ , NO _x , CO
新加坡	22	4	719	95.7	563.87	306	56	
东京	82	35	2155	314.67	1388.51	390	162	PM _{2.5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , CO, O _x
湾区 (旧金山等 9 郡)	32	4	17932	675.1	763	18	2	NO ₂ , CO, PM _{2.5}
南海岸地区 (洛杉矶等 4 郡)	42 (其中 5 个只监测 Pb)	4	83599	1487.3	1773.8	5	1	NO ₂ , CO, PM _{2.5}

机动车排放导致道路及道路边一定范围内的空气污染物浓度高于普通环境，使得身处其中的人处于高暴露的微环境之中，而在人口密度大的城市地区，很多人不可避免在这个区域活动，特别是通勤。并且，交通排放已经称为众多超大城市最主要的本地污染源，包括北京、上海、伦敦、东京等。对于机动车保有量较大的城市来说，城市道路交通污染监测网络的建设和将其数据纳入评价意义重大，能够更为全面的反映城市人口所暴露的空气污染水平。基于道路交通污染的观测和分析来制定和评估减排政策可以帮助更有效地减少交通污染暴露和保护人群健康。

随着经济和社会的发展、人口增加和建成区的扩大，大气环境特征都在相应改变，监测需求也会发生变化。所以对监测点的调整优化是一项需要持续推进的工作。许多国外学者研究了在多个影响因素下监测点位布设的优化问题，比如工业点选址应考虑化学物质的检出频次、化学物质的累积效应、受工业园区的影响大小、监测覆盖面积、受保护人群等；普通城市大气监测点位选址范围应包括：人口密集的区域、出现污染物浓度峰值的区域、污染物超标率高的区域、经济显著增长的区域、距离主要工业污染源近的区域等。我国在未来也应考虑逐步将污染监控点和路边交通点的监测数据纳入城市空气质量评价中来，以更多维度来反映不同区域的暴露水平和特征，以满足新阶段新形势下的空气质量管理工作和公共服务需求。

II. 空气质量评价与达标判定方法

空气质量评价的本质是衡量空气质量的好坏和变化，衡量好坏时需要有一个参照对象，这个对象就是环境空气质量标准。根据不同的目的，空气质量评价可以分为三类：达标评价、实时评价和预测评价、阶段性变化评价。

政府空气质量管理部门可通过三种评价结果了解不同时空下的达标情况与污染特征，并分析其变化趋势，从而为相应的大气污染防治政策的制定与工作的开展提供依据，也能评估已有的大气污染防治工作的成效。

达标评价可用于对空气质量负责的主体（在中国为地方政府）进行考核，也可使得公众了解本地的空气质量现状并做出相应选择，如对居住地和工作地的选择，从而影响购房和择业。实时评价和预测评价的结果则可以帮助公众了解实时的和未来短期内的空气质量，提前做好相应的健康防护。长期的阶段性变化评价结果可令公众了解所在城市长期以来的空气质量改善情况，增加居民生活的幸福感，提高对政府的满意度。

国际上，不同国家的实时评价和预测评价、阶段性变化评价的方法基本相同，前者都采用浓度、AQI 或 AQHI 进行评价，后者多采用秩相关系数法等方法。而区别较大的是空气质量达标评价，在评价主体、评价项目、数据统计要求等方面均有所差异，这也是本节要讨论的重点。下面以中国、美国、英国、日本为例说明各国达标评价和判定的方法及其特点。

A. 中国城市空气质量评价方法

中国环境空气质量达标评价主要以城市评价为主，注重城市综合评价和考核排名，从而督促各地方政府采取污染防治措施，促进空气质量改善并向达标迈进。2013 年我国制定了《环境空气质量评价技术规范(试行) (HJ 663—2013)》，进一步明确了空气质量达标评价的相关要求，主要核心要求和特点如下：

I. 以建成区所有国控站点监测的污染物总体平均浓度作为达标判定的指标

与欧美和亚洲发达国家相比，我国城市空气污染问题仍较为突出，在现行环境空气质量标准（GB 3095-2012）实施和依据其开展监测的初期，PM 超标情况普遍且程度严重，距离标准限值仍有较大差距。因此，在过去几年甚至现阶段我国的主要目标仍然是不断减少主要污染物的排放量，促进环境空气

质量的整体改善。所以在进行城市空气质量达标判定时，并没有采用逐点位达标判定的方式，而是根据所有国控点的监测数据计算城市总体平均浓度，依据城市平均浓度进行达标判定。

II. 城市空气质量达标是指六项基本污染物全部达标

依据我国空气质量评价技术规划，城市环境空气质量达标是指 PM2.5、PM10、SO2、NO2、CO 和 O3 这 6 项基本污染物全部达标，而不是针对每项污染物进行达标评价。我国的做法可以较为综合全面地反映城市空气整体水平，但另一方面并不利于针对有突出问题的主要污染物进行管理。

III. 部分指标兼顾长期评价和短期评价

我国评价办法也要求对 PM2.5、PM10、SO2、NO2 进行年度评价时，还要同时满足日均值特定百分位浓度达标的条件，才可判定为达标。这种以年均浓度作为主要达标统计指标，同时辅以日均值达标统计要求作为补充的方法与国际通行做法较为一致。以 PM2.5 为例，中国、美国和日本长期、短期标准及达标统计要求如下表所示。

长期和短期评价统计要求				
国家	长期（年均）标准 μg/m3	年均标准统计要求	短期（日均）标准 μg/m3	日均标准统计要求
中国	35	一年均值	75	一年中所有日均值的 95 百分位数不超过 75μg/m3
美国	12	最近三年平均	35	三年中每年日均值 98 百分位数的平均不超过 35μg/m3
日本	15	一年均值	35	一年中所有日均值的 98 百分位数不超过 35μg/m3

从表中可以看出，评价 PM2.5 年度达标情况时，中国和日本直接采用 PM2.5 的一年均值作为评价指标和标准中的年均浓度限值进行对比，而美国则采用了最近三年年均值的平均作为评价指标。

同时，在评价年度达标情况时，三国还对日均浓度有所要求。中国要求全年中所有日均值的 95 百分位数不能超过日均标准限值 75μg/m3；日本同理采用 98 百分位数不能超过日均标准限值 35μg/m3；美国则要求每年日均值的 98 百分位数的最近三年平均不超过日均标准限值 35μg/m3。

同时满足了年均值和日均值的条件后，才可判定达标。这样有利于减少城市总污染天数，整体上改善城市空气质量。

IV. 达标评价时扣除了自然沙尘天气的影响

欧美等发达国家在进行空气质量达标评价时会先行扣除火山爆发、沙尘暴等对达标有影响的因素。我国也参考了这一做法，自 2017 年起，我国在进行城市空气质量达标评价时会扣除沙尘天气的影响，但在各地环境状况公报中会同时给出保留沙尘和扣除沙尘的评价结果。扣除沙尘天气对城市空气质量达标情况的影响较为有限。据统计，2017 年全国 99 个空气质量达标城市中，有 7 个城市在扣除沙尘天气后由超标转为达标。

B. 发达国家空气质量达标评价方法分析

英国、美国、日本三国是在大气污染防治中取得好成绩的发达国家的代表，其环境空气污染已经过数十年的治理，目前空气质量整体状况明显好于我国，他们在空气质量达标判定上的做法值得我们借鉴。这三个国家的共同但却与我国有所差异的做法主要包括两个方面：一是以单个监测站点为基础单位进行达标判定；二是针对单项污染物逐一进行达标评价。这两项做法均可为我国在将来优化评价方法提供参考。

首先，我国将一个城市全部国控站点监测数据进行平均来判定达标的做法在初期符合现实国情，也能够满足基本的城市空气质量评价需求，但伴随空气质量的逐步提升，特别是对于已经达标和接近达标的城市来说，关注单个站点的达标情况将十分重要。具体来说，城市可以识别出污染物水平较高的区域进行有针对性的控制措施。已经达标的城市可以减少高浓度暴露进一步保护人体健康，而接近达标的城市则可以通过解决“短板”来实现尽快达标。并且，逐一进行站点评价，要求所有站点达标的做法也更为严格，可以更大程度地保护公众健康。

其次，以各项污染物分别来评价是否达标，有利于制定有针对性的达标规划和行动方案，甚至根据超标程度不同来安排不同力度的减排措施。例如英国（特别是伦敦都会区）目前最难解决的是 NO_2 超标问题，这也是当地空气质量监测和评价的主要关注点，亦是制定严苛的交通排放控制政策以期攻破的难点。而美国针对长期以来超标地区最多的 O_3 污染问题会要求编制和实施专门的 O_3 州实施计划和针对区域传输影响问题实施州际传输计划，对不同超标程度的地区实施有差别的减排要求和达标期限。

在达标评价方面，这三个国家还有一些各自特点和不同做法，以下将进一步分开阐述。

I. 英国

英国为了便于评价其空气质量达标情况，将全国划分为了 43 个区，其中包括 25 个城市区和 18 个非城市区，政府以每个区为独立单位对其达标情况进行评价。一个区内的所有站点都达标，这个区才被判定为达标。对空气质量的达标评价同时基于污染物的监测值与模型计算值，选择二者中较高的浓度与标准限值对比来评价达标情况，这将达标的判定条件变得更为严格。

2018 年，英国所有区域的 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 CO 、 O_3 都是达标的，只有 NO_2 达标情况不理想。 NO_2 的 1 小时限值 ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$)，共有 41 个区达标，2 个区超标； NO_2 的年均限值 ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$)，仅有 7 个区达标，共 36 个区超标。

英国各区域 NO2 达标评价示例

区域名称	区域代码	NO2 年均值达标情况	NO2 小时均值达标情况
Greater London Urban Area	UK0001	超标（实测值）	超标（实测值）
West Midlands Urban Area	UK0002	超标（模型值）	达标（实测值）
Greater Manchester Urban Area	UK0003	超标（模型值）	达标（实测值）
West Yorkshire Urban Area	UK0004	超标（实测值）	达标（实测值）
Tyneside	UK0005	超标（模型值）	达标（实测值）
Liverpool Urban Area	UK0006	超标（模型值）	达标（实测值）
Sheffield Urban Area	UK0007	超标（模型值）	达标（实测值）
Nottingham Urban Area	UK0008	超标（模型值）	达标（实测值）
Bristol Urban Area	UK0009	超标（实测值）	达标（实测值）
Brighton/Worthing/Littlehampton	UK0010	达标（实测值）	达标（实测值）
Leicester Urban Area	UK0011	超标（模型值）	达标（实测值）
Portsmouth Urban Area	UK0012	超标（模型值）	达标（实测值）
Teesside Urban Area	UK0013	超标（模型值）	达标（实测值）
The Potteries	UK0014	超标（实测值）	达标（实测值）
Bournemouth Urban Area	UK0015	超标（模型值）	达标（实测值）
Reading/Wokingham Urban Area	UK0016	超标（模型值）	达标（实测值）
Coventry/Bedworth	UK0017	超标（模型值）	达标（实测值）
Kingston upon Hull	UK0018	超标（模型值）	达标（实测值）
Southampton Urban Area	UK0019	超标（模型值）	达标（实测值）

Birkenhead Urban Area	UK0020	达标（实测值）	达标（实测值）
Southend Urban Area	UK0021	超标（模型值）	达标（实测值）
Blackpool Urban Area	UK0022	达标（实测值）	达标（实测值）
Preston Urban Area	UK0023	达标（实测值）	达标（实测值）
Glasgow Urban Area	UK0024	超标（实测值）	达标（实测值）
Edinburgh Urban Area	UK0025	超标（实测值）	达标（实测值）
Cardiff Urban Area	UK0026	超标（模型值）	达标（模型值）
Swansea Urban Area	UK0027	超标（模型值）	达标（实测值）
Belfast Urban Area	UK0028	超标（实测值）	达标（实测值）
Eastern	UK0029	超标（实测值）	达标（实测值）
South West	UK0030	超标（模型值）	达标（实测值）
South East	UK0031	超标（模型值）	达标（实测值）
East Midlands	UK0032	超标（模型值）	达标（实测值）
North West & Merseyside	UK0033	超标（模型值）	达标（实测值）
Yorkshire & Humberside	UK0034	超标（模型值）	达标（实测值）
West Midlands	UK0035	超标（模型值）	达标（实测值）
North East	UK0036	超标（模型值）	达标（实测值）
Central Scotland	UK0037	超标（模型值）	达标（实测值）
North East Scotland	UK0038	超标（模型值）	达标（实测值）
Highland	UK0039	达标（实测值）	达标（实测值）
Scottish Borders	UK0040	达标（实测值）	达标（实测值）

South Wales	UK0041	超标（实测值）	超标（实测值）
North Wales	UK0042	超标（模型值）	达标（实测值）
Northern Ireland	UK0043	达标（实测值）	达标（实测值）

II. 美国

美国各州基于各自管辖范围内监测站点的监测数据和模型计算数据，评判本州所辖范围各评价区是否达标并形成建议提交 EPA。EPA 需要根据各州提供的建议，划定环境空气质量标准中的各污染物的达标区与非达标区。在某些情况下，由于基础信息缺失或数据有效性的问题，EPA 无法评估一个地区的达标状态，这类区域被划定为不可分类区。一旦划定结果生效，州政府必须制定实施计划，阐述该地区将如何通过减少空气污染物排放来实现达标和维持达标。我国大气法要求的城市制定空气质量限期达标规划的做法与此类似。

以 PM 为例，EPA 确定区域是否达标需要以下信息：

- 最近 3 年的空气质量监测数据
- 州和自治部落提交的判定建议
- 其他技术信息

采纳 3 年滑动平均浓度作为达标评价的主要依据，可以避免气象变化的随机性而影响某一年的达标情况，从而促进国家制定更加长效的治理方案。在划定达标区域和非达标区域边界时，还需要评估以下五个因素：空气质量数据、相关排放数据、气象数据、地理/地势信息、行政区划。下面是美国 2012 年更新 PM_{2.5} 标准限值后的达标区域划分示意图，非达标区域只有很小的部分。不可分类的区域会在未来提供足够信息后，进行划分。

美国空气质量达标评价示例



III. 日本

不同于其他国家，日本的监测站通常只分为两类：一般监测站和道路监测站。由于二者能够代表的空间范围不同，所以日本将监测数据分为一般网和道路网两套数据，对两类监测站点分别进行达标评价。以 2017 年为例，六项标准污染物的所有监测站达标情况如下表。

日本空气质量达标评价示例

标准污染物	一般监测站			道路监测站		
	有效监测站*总数	达标监测站总数	达标比例	有效监测站总数	达标监测站总数	达标比例
PM2.5	814	732	89.9%	224	193	86.2%
PM10	1303	1300	99.8%	387	387	100.0%
SO2	952	950	99.8%	50	50	100.0%
NO2	1243	1243	100.0%	397	396	99.7%
CO	59	59	100.0%	227	227	100.0%
Ox	1150	0	0.0%	29	0	0.0%

*注：有效监测站总数为年监测时间在 6000 小时以上的监测站

可见，日本的光化学氧化物 Ox 的达标情况非常糟糕，所有站点无一达标。日本的 Ox 标准只设有 1 小时限值 60ppb，约等于 117.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，远低于我国的 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。达标评价方法是将每个监测站点一年中所有 1 小时 Ox 浓度中的最高值和标准限值进行比较来判定达标，而不是采用平均值或特定百分位值，这也极大增加了达标的难度。

III. 小结与建议

完备的监测系统和评价方法才能够提供充分、可靠的空气质量数据，对空气质量进行全面评价，进而为空气质量管理决策提供依据，促进空气质量达标。我国通过努力快速实现了监测网络的升级和跨越式发展，但在空气质量评价的监测和方法上仍有提升的空间。

首先，我国参与空气质量评价和达标判定的监测点位相比发达国家城市在数量或密度上仍显不足。城市空气质量评价和达标判定均不包括污染监控点和路边交通点的监测数据，这样会造成对高浓度暴露水平的忽视和低估，也不利于针对交通及工业污染源开展污染特征和影响分析，以及制定更为有针对性

的控制政策和进行相应的成效评估。并且，目前的达标评价是基于城市建成区监测站点的数据，不采纳郊区和农村的监测站点数据。

建议我国进行城市达标评价时纳入污染监控点和路边交通点的监测数据，并在未来进一步扩充监测网络，在机动车保有量较大和工业园区密集的大城市加强布设污染监控点、路边交通点。此外，在区域整体污染水平较为严峻的重点区域和城市，针对监测网络无法覆盖的远郊和农村地区，应建设监测站点并结合模拟手段获取空气质量数据进行评估。

其次，我国目前在进行城市空气质量达标判定时，是基于所有国控点的监测数据计算城市总体平均浓度，依据城市平均浓度进行达标判定、考核和排名。建议未来考虑采用逐点位达标判定的方式，特别应重视超标严重的高浓度点位的分析与评价。这不仅可以促进空气质量较差地区尽快“削峰”，降低污染物浓度水平进而实现达标，也可使得平均浓度已经达到现有标准的城市可以进一步减少短板，持续、全面地改善空气质量。

最后，建议对超标严重的主要污染物进行单独评价和达标评价，这将有利于制定有针对性的达标规划和行动方案。主管部门可依据超标程度对管辖范围内的区域进行分级，针对超标严重区域可采取更严格的措施，例如进一步收紧排放总量控制目标。

参考文献

生态环境部. (HJ 663-2013)环境空气质量评价技术规范(试行)[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013

王帅, 李婧妍, 丁峰, et al. 空气质量监测网资源及环境质量达标评价方法[J]. 环境影响评价, 2019, 041(003):11-14.

秦怡雯, 钱瑜, 荣婷婷. 基于大气特征污染物的监测布点选址优化研究[J]. 中国环境科学, 2015(04):1056-1064.

刀谓, 李健军, 唐桂刚,等. 国家大气颗粒物组分监测网的设计发展展望[J]. 中国环境监测, 2019, 035(006):16-27.

丁俊男, 王帅, 赵熠琳,等. 关于环境空气质量评价的一些思考[J]. 环境监控与预警, 2012, 04(005):38-40.

美国环保局. US NATIONAL PRIMARY AND SECONDARY AMBIENT AIR QUALITY STANDARDS.

<https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=ceadab9d6dfd419c239fb2610b175d55&mc=true&node=pt40.2.50&rgn=div5>

美国环保局. Ambient Air Monitoring Networks. <https://www.epa.gov/amtic/amtic-ambient-air-monitoring-networks>

美国环保局. NCore Multipollutant Monitoring Network. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/ncore.html>

美国环保局. Photochemical Assessment Monitoring Stations. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/pamsmain.html>

美国环保局. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/nearroad.html>

美国环保局. <https://www.epa.gov/amtic/monitoring-regulations>

英国环境、食品和农村事务部. Site environment types. <https://uk-air.defra.gov.uk/networks/site-types>

英国环境、食品和农村事务部. Automatic Urban and Rural Network. <https://uk-air.defra.gov.uk/networks/network-info?view=aur>n

英国环境、食品和农村事务部. Automatic Hydrocarbon Network. <https://uk-air.defra.gov.uk/networks/network-info?view=hc>

英国环境、食品和农村事务部. Automatic London Network. <https://uk-air.defra.gov.uk/networks/network-info?view=aln>

London Air Quality Network. <http://www.londonair.org.uk/london/asp/lahome.asp>

英国环境、食品和农村事务部. Air Pollution in the UK 2018 Compliance Assessment Summary. September 2019. <https://uk-air.defra.gov.uk/library/annualreport/index>

環境基準と評価方法. 東京都環境局. https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/air/air_pollution/torikumi/result_measurement.html

環境大気常時監視マニュアル第6版. 日本環境省水・大気環境局.
http://www.env.go.jp/air/osen/manual_6th/index.html

平成29年度大気汚染状況報告書. 日本環境省水・大気環境局. 2019年12月