



# 定标，启航

## 环境空气质量标准系列文章

### 达标篇

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，由亚洲开发银行、世界银行和美国国际开发署共同发起建立，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 and 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 | 达标篇

## 1.1 中国环境空气质量标准的实施现状

### 1.1.1. 中国环境空气质量标准与政策目标的关系

大气污染防治政策是否能够有效促进空气质量改善并达到环境空气质量标准，和政策目标的制定与考核密切相关。中国 1982 年就制定了首个《大气环境质量标准》，但直到 2000 年之前都并未将政策目标与空气质量标准进行挂钩。这个阶段的大气污染防治工作致力于解决当时由于燃煤造成的严重烟粉尘和酸雨问题，但却未能实现空气质量的有效改善，长期处于“旧账未清、又添新账”的状态。

1995 年《大气污染防治法》进行了第一次修订，建立酸雨控制区和 SO<sub>2</sub> 污染控制区（简称“两控区”）。“九五”期间环境保护目标的重大举措是开始提出污染物排放总量控制，包括主要大气污染物 SO<sub>2</sub>。其后十余年，SO<sub>2</sub> 排放总量上升的趋势未能得到有效遏制，持续在波动中攀升。从空气质量来看，2000 年全国有 70 个城市 SO<sub>2</sub> 年均浓度不达标，63.5% 的城市处于中度或严重污染超标的状态，酸雨面积占国土面积的 30%，是世界上第三大酸雨区（中国政府网，2001）。

2000 年是大气污染防治工作的一个重要时间节点，《国家环境保护“十五”计划》将 SO<sub>2</sub> 的排放总量控制纳入指标，后续又出台了《两控区酸雨和二氧化硫污染防治“十五”计划》（柴发合，2020）。国家通过了《大气污染防治法》第二次修订案，规定污染排放总量控制和排放许可制度，实行总量控制的区域延伸至未达标区域和“两控区”。重要的是，立法首次提出地方各级政府对本辖区的大气环境质量负责，应制定规划和采取措施，从而促进达标（生态环境部，2000）。

2006 年的《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》首次将 SO<sub>2</sub> 纳入约束性指标，《国家环境保护“十一五”规划》增设重点城市空气质量好于二级标准的天数比例为一项新的指标（非约束性）。SO<sub>2</sub> 控制的约束性指标成效显著，使得 SO<sub>2</sub> 的排放量在 2006 达峰后开始逐年下降，2010 年有近 80% 的城市可以达到当时的空气质量二级标准。但 NO<sub>x</sub> 和 PM 的控制情况仍不理想，2011 年《国家环境保护“十二五”规划》增设了 NO<sub>x</sub> 排放总量控制目标（中国政府网，2011）。

2012 年的空气质量标准修订和随之而来的“大气十条”标志着中国空气质量管理的战略转型，由控制大气污染向以改善空气质量为目标导向转变。“大气十条”首次设立主要污染物浓度下降的目标，将重心放在超标最为严峻的 PM 上。不仅如此，新标准还助推《大气污染防治法》第三次修订（2015 年），其最大亮点是在立法层面围绕大气质量改善目标为核心思路开展大气

污染防治工作，并且首次对未达标城市提出编制限期达标规划和报告达标规划执行情况的要求（生态环境部，2015）。

2016年，《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（简称“十三五”规划）首次将空气质量纳入经济社会发展主要指标。此外，为延续“大气十条”，并确保“十三五”环境空气质量约束性目标如期完成，《打赢蓝天保卫战三年行动计划》（简称“三年行动计划”）于2018年出台，明确针对未达标城市提出进一步的空气质量改善目标。

在过去近40年中，中国大气污染防治政策的目标始终在发展和变迁，经历了“无约束性”目标到“排放量约束”目标，最终转向以空气质量改善为目标（表5-1），这一转变使得空气质量改善效果也逐步提升。

表 1. 2000-2020 年中国大气污染防治目标/指标的发展历程

	《国家环境保护“十五”计划》	《国家环境保护“十一五”规划》	《国家环境保护“十二五”规划》	《大气污染防治行动计划》	《“十三五”生态环境保护规划》	《打赢蓝天保卫战三年行动计划》
<b>时间节点</b>	2000-2005年	2005-2010年	2010-2015年	2013-2017年	2016-2020年	2018-2020年
<b>环境空气质量目标指标</b>	到2005年，50%地级及以上城市空气质量达到二级标准	到2010年，重点城市空气质量好于二级标准的天数超过292天的比例达到75%	到2015年，地级及以上城市空气质量达到二级标准的比例达到80%或以上	到2017年，全国地级及以上城市PM <sub>10</sub> 浓度比2012年下降10%以上，优良天数逐年提高	到2020年，地级及以上城市空气质量优良天数比率达到80%（约束性）	到2020年，地级及以上城市空气质量优良天数比率达到80%
				到2017年，重点区域（京津冀、长三角、珠三角）PM <sub>2.5</sub> 浓度分别下降25%、20%、15%左右；其中北京市PM <sub>2.5</sub> 年均浓度控制在60μg/m <sup>3</sup> 左右	到2020年，相比2015年PM <sub>2.5</sub> 未达标地级及以上城市浓度下降18%（约束性）	到2020年，相比2015年PM <sub>2.5</sub> 未达标地级及以上城市浓度下降18%以上
					到2020年，地级及以上城市重度及以上污染天数比例比2015年下降25%（预期性）	到2020年，地级及以上城市重度及以上污染天数比例比2015年下降25%以上
<b>污染排放总量目标指标</b>	到2005年，SO <sub>2</sub> 排放量控	到2010年，SO <sub>2</sub> 排放量控	到2015年，SO <sub>2</sub> 排放总量		到2020年，SO <sub>2</sub> 和NO <sub>x</sub> 排放总量分别减	到2020年，SO <sub>2</sub> 和NO <sub>x</sub> 排放总量减少15%

	制在 1800 万吨	制在 2295 万吨	控制在 2086.4 万吨		少 15% (约束性)	
	到 2005 年, 尘 (烟尘和工业粉尘) 排放量控制在 2000 万吨		到 2015 年, NO <sub>x</sub> 排放总量控制在 2046.2 万吨		到 2020 年, 重点地区和重点行业 VOCs 减少 10% (预期性)	

### 1.1.2. 政策目标的评估与考核

对政策目标进行评估, 建立考核体系以及相应的“奖惩”机制对于空气质量标准的实施和目标达成非常重要。2000 年《大气污染防治法》修订提出要建立责任机制但并未明确如何实施, 2007 年出台的《主要污染物总量减排考核办法》对总量排放控制完成情况进行考核, 但直到 2013 年出台“大气十条”才真正得以初步构建以环境质量改善为核心的目标责任考核体系。

为了促进“大气十条”的实施, 国务院与省级政府签订《大气污染防治目标责任书》, 将目标分解落实到地方政府和企业。地方政府为责任主体来确定重点任务和年度控制指标, 将颗粒物浓度下降比例作为约束性指标 (重点区域 PM<sub>2.5</sub>、非重点区域 PM<sub>10</sub> 年均浓度), 并考核空气质量改善目标完成情况和大气污染防治的十项重点任务完成情况。考核结果作为当地政府领导班子政绩评价的重要依据, 并与建设项目审批以及财政资金奖惩结合, 还会向社会公开。对于空气质量恶化和措施执行不到位的地方政府, 生态环境部对其进行约谈。总的来说这一系列举措给地方政府带来了压力和动力, 也使得大气污染防治工作在实施中得到前所未有的重视。这些做法在 2018 年出台的《三年行动计划》实施期间得到了延续和扩展。

根据考核办法规定, 中国工程院作为第三方对“大气十条”分别进行 2015 年中期评估和 2017 年终期评估。中期评估旨在考核各省空气质量改善情况和各项政策措施执行效果, 是否能够实现 2017 年考核目标, 指出存在的问题和建议 (生态环境部, 2016)。2017 年的终期考核则主要评估空气质量改善目标完成情况, 评估结果显示整体来说, “大气十条”的目标得以如期并超额完成, 但未列入考核目标的 O<sub>3</sub> 问题开始突显 (生态环境部, 2018)。

2020 年 4 月国务院印发《省 (自治区, 直辖市) 污染防治攻坚战成效考核措施》提出“党政同责, 并将资金投入使用情况和公众满意程度纳入考核内容” (中国政府网, 2020)。其中, 未完成约束性指标的省份的财政支出需相对应增加支持比例, 从而保障额外的减排措施得以顺利实施。公众满意度为考核目标之一, 这意味着首次以自下而上的方法评价公众对政府工作的满意度。该措施也再次明确考核结果不合格的地区将被约谈; 问责组的级别升级为中央生态环境保护督查工作领导小组, 对地方政府负责人开展约谈工作。

### 1.1.3. 仍然存在的不足和挑战

我国目前促进空气质量改善和逐步达标所依赖的是国家层面制定规划和行动计划，以此带动地方政府作为达标主体相应地编制省市级的行动计划实施方案和空气质量限期达标规划，并对其进行考核。过去几年这样的机制发挥了很大作用，使得空气质量整体大幅度改善，但仍然存在一些不足和挑战，归根结底在于我国仍然缺乏完善的以达标为核心的空气质量标准实施和管理机制。

#### 达标规划存在的问题

首先，“大气十条”和《三年行动计划》（简称“5+3”行动计划）与达标规划的目标制定与空气质量改善挂钩是正确的战略转型，但是没有明确的达标时间与路线要求，导致在城市层面应该实施的限期达标规划出现了不少问题。按照《大气污染防治法》要求，未达标城市需编制限期达标规划并对外发布，明确达标期限，设立以主要污染物浓度水平下降和达标天数比例为首的中长期改善目标，并制定可行性的实施措施，并且评估和适时修订达标规划。

但是，截止 2019 年末，仅有四分之一的未达标城市（51 个城市）发布达标规划。根据已有公开信息，已编制环境空气质量限期达标规划的城市主要分布在空气质量较好的珠三角、长三角区域以及在过去几年改善幅度较大的川渝等地区，包括多个已经达标的城市编制了达标规划。而形成反差的是，大部分京津冀及周边地区城市和汾渭平原城市空气质量较差的未达标城市尚未完成和/或发布达标规划。并且在“大气十条”实施期间，重点区域尚未涵盖汾渭平原，这使得该区域的强化控制措施起步更晚，在全国空气质量整体改善的同时汾渭平原城市空气污染水平反而加重。缺乏《三年行动计划》所要求的达标规划指导的多个城市不仅不能迈向达标，甚至出现了不同程度的空气质量恶化反弹。

其次，中国实施的考核机制是围绕“5+3”行动计划展开的后评估制定，并未建立达标评估和保障机制，例如不会针对行动计划的措施开展预评估确保行动和规划能够切实改善空气质量并最终达到标准。依据《“十三五”生态环境保护规划》，规定各省要“对照国家大气环境质量标准，定期考核并公布大气环境质量信息”（中国政府网，2016）。此外，《国家环境保护“十三五”发展规划》强调要跟踪评估标准（GB3095-2012）实施情况（生态环境部，2017）。但除了出现空气质量污染水平反弹等比较恶劣的情况会由主管部门对地方政府进行约谈，对于迟迟不能达标的地区，并无相应的定期评估和保障其尽快达标的机制。

最后，由于我国没有出台统一的达标规划编制指南和技术要求，目前已经编制的城市达标规划水平参差不齐，部分城市的达标规划缺乏充分的科学支撑，例如缺乏基于排放清单和源解析的污染来源分析，未制定有针对性的达标措施并对其改善效果进行评估和预测，无法保障规划中所列措施能够实现达标，且地方规划内容多与“5+3”行动计划重合，未看到地方出台基于本地实际情况的针对性措施。

#### 多项污染物协同控制不足

我国的空气质量标准包含多项污染物，但是大气污染防治政策的目标和重点往往只放在最严重的污染问题上，这一模式以往多被形容为“头痛医头，脚痛医脚”，忽视了多种污染物的协同控制。这使得开展 SO<sub>2</sub> 总量控制时期颗粒物污染防治未得到足够重视，颗粒物污染刚开始缓解而臭氧污染又开始恶化。

自 2013 年以来，“5+3”行动计划和城市达标规划都是以 PM 浓度下降为目标，未将 O<sub>3</sub> 作为约束性指标进行控制，此后 O<sub>3</sub> 浓度连年攀升，已成为很多重点城市夏季（6-9 月）的首要污染物，特别是重点区域和苏皖鲁豫交界地区，O<sub>3</sub> 的超标天数占全国 70% 左右（生态环境部，2020）。O<sub>3</sub> 超标天数增加至直接影响到《三年行动计划》中的优良天数的达标率后，才得到更多城市的重视。

针对 O<sub>3</sub> 前体污染物 VOCs 排放量的控制在《“十三五”规划》中最初仅设立了预期性目标，并未纳入《三年行动计划》主要目标任务。直到 2019 年出台的《重点行业 VOCs 综合治理方案》才明确要确保“十三五”VOCs 指标如期完成，但排放量削减 10% 的目标，相对于 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 总量控制削减的比例（15%）来说比较低。基于现有科学研究发现，大部分城市地区的 O<sub>3</sub> 污染处于 VOCs 控制阶段，需要进一步加强 VOCs 控制，使其下降比例高于或相当于 NO<sub>x</sub> 才能有效控制 O<sub>3</sub> 污染。而目前国家和城市层面的政策普遍没有制定更为严格的 VOCs 减排目标，无法协同控制 PM<sub>2.5</sub> 与 O<sub>3</sub> 污染。

## 1.2 以达标为核心的清洁空气政策制定和实施

政策制定以何为目标将直接影响到其实施效果，空气质量标准的实施需要制度化。围绕如何建立以达标为核心的空气质量管理体制、政策和行动计划，下文将介绍和分析欧美的相关经验。

### 1.2.1. 美国州实施计划

美国的《清洁空气法》强调达到空气质量标准是需要 EPA 和各州之间协力合作共同完成的任务。标准实施的第一步就是要区分达标区和未达标区（也即区域指定流程），第二步是各州相应地制定以空气质量达标或维持达标为核心的行动计划，称为州实施计划（State Implementation Plan, SIP）。SIP 的主旨有三个层面，首先是证明各州已有基本的空气质量管理规划用于新/修订标准的实施，其二是确保各州制定的减排措施足以实现或维持标准，其三是防止达标区域的空气质量恶化。每当标准修订（收严）后，各州相对应需要修改 SIP 来展示如何达到新的标准。被批准的 SIP 中的措施具有法律约束力。

#### 区分达标区与未达标区

根据美国《清洁空气法》条款和现行空气质量标准，各州所辖区域将被指定为三类：达标地区、未达标地区、和不可分类地区。如果某地区的空气质量已达标，或者有望达标但是缺乏监测数据，则被指定为达标区域或不可分类区域。达标区域可以不采取进一步的控制措施来改善空气质量，但应维持防止空气质量恶化。如果缺乏足够的空气质量数据信息，例如未监测空气质量状态，或者 EPA 无法确定该区域是否对周边区域超标造成突出贡献等情况，则被指定为不可分类区域。如果某地区的空气质量尚未达标，则被指定为未达标区域（USEPA，2020）。

《清洁空气法》规定 EPA 局长颁布新/修订标准颁布后的 1 年内，各州州长应基于最新的监测数据和模型，向 EPA 提交初始区域指定建议。标准颁布后的 2 年内，EPA 局长应完成最终区域指定决策。如果现有信息不足以支撑决策，区域指定时限可最多延期 1 年。

不同于我国基于当年的污染物平均浓度数据判定城市是否达标，美国确定地方是否达标的程序较为复杂，最终判定需要参考三类因素：最近 3 年的空气质量监测数据、各州区域指定建议、和其他相关技术信息（USEPA，2020）。同时，EPA 发布区域指定技术指南，旨在建议各州评估未达标区域的区划建议时，纳入以下 9 个因素的分析情况，包括作为核心要素的空气质量数据（监测数据，包括年均指定值）和排放数据，还应评估地区的人口密集度和城市化程度（包括商业发展）、经济增长率、交通和通勤模式、气象（天气和运输模式）、地理/地势信息、行政区划（按市区界限划分）、以及排放源控制力度等（USEPA，2007）。其中，空气质量的监测数据对于达标判定来说至关重要，要求具有完整性、质量保证和经过验证。此外，基于空气质量指定值对未达标区域进行进一步细分，根据污染程度不同，将实行不同力度的减排措施。

### 专栏 1

空气质量指定值(design value)是一个基于三年滑动平均的统计值，是每个区域监测点位中浓度最高的对应值；该数值用于未达标区域指定和划分，以此反映与标准相对应的区域空气质量状态（USEPA，2020）。在未达标区域划分生效后，EPA 逐年更新指定值。当最新的年均指定值低于原有区域指定生效的指定值，这说明该区域的空气质量在持续改善。改善幅度大的未达标区域可重新指定为达标区域。不同污染物的污染程度等级划分各异，PM<sub>2.5</sub>分为中等(moderate)和严重(serious)两类；O<sub>3</sub>分类为：轻微(marginal)、中等(moderate)、严重(serious)、非常严重(severe)、和极端严重(extreme)（如图 5-1 示例）。

8小时臭氧标准未达标地区（2008年标准）

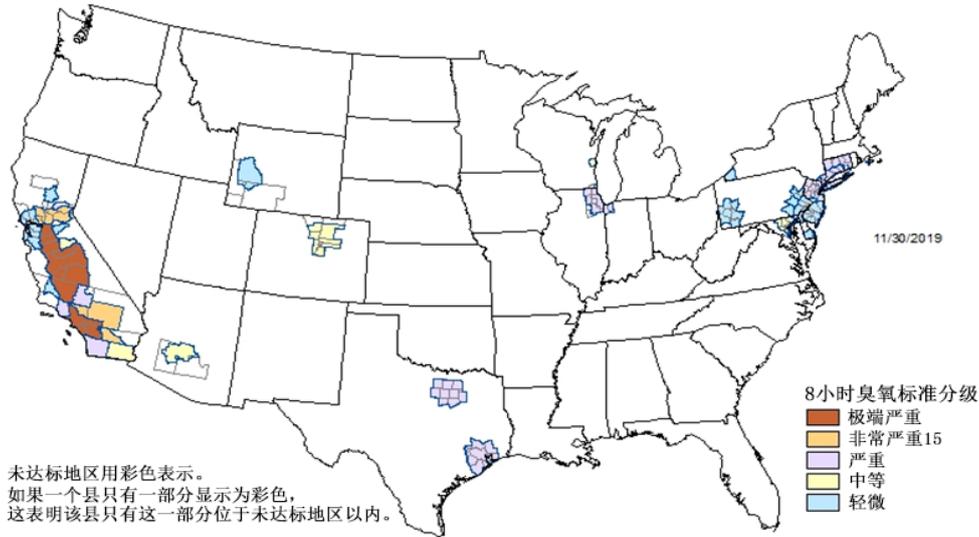


图 美国臭氧污染程度等级划分

来源：USEPA, 2019

## 制定以达标为核心的州实施计划

### 差异化制定 SIP

如前所述，SIP 的主旨就是要促成或维持地方空气质量达标，而处于不同空气质量水平的地区 SIP 的要求也不同，有多达五个类别的 SIP。除了部分基础内容是各类 SIP 都必须包含的，针对未达标区则有更多要求（USEPA, 2020）。

#### 基础设施 SIP

首先，无论是否达标，每个州必须制定基础设施 SIP（Infrastructure SIP, i-SIP），这是各州空气质量管理计划的必要组成部分，包括本州排放标准、环境空气质量监测设施、排放源监测等基本空气质量管理要素。在新标准颁布后 3 年之内，各州政府提交 I-SIP 给 EPA 区域办公室。

#### 未达标区域 SIP

其次，未达标区域则必须制定未达标区域 SIP（Nonattainment SIP），相当于我国的限期达标规划。SIP 核心内容是，通过空气质量监测和模型来建立高质量的排放源清单，确立具体的减排量目标和控制措施，并展示这些措施可以促成达标，称为达标展示。

## 新建源审查 SIP

未达标区域的新建或改造固定源（工厂、工业锅炉和发电厂），需在施工建设前获得（州政府颁发的）NSR（New Source Review, NSR）排污许可证；并且在未达标区域 SIP 中额外制定新建源审查 SIP（Nonattainment NSR SIP）。获取 NSR 许可证的要求最为严苛，固定源（例如加工原材料和工艺等）应实现最低可达排放速率（LAER），这是 SIP 实施中实行最严格的排放限制。并且，还需要实行排放抵消机制，指的是新建固定源污染排放量增加，必须在现有排放源中实现至少是同等水平的减排量（污染较为严重的区域需要用多倍减排量进行新增量抵消），强调工业发展的同时要确保设立空气质量目标如期达标。

## 州际区域传输 SIP

和我国的情况类似，美国部分地区因为受到区域传输的影响，无法或者非常难通过自身的努力实现达标。因此，考虑区域传输影响部分地区还需制定州际区域传输 SIP（Interstate Transport SIP），旨在解决区域复合污染，这对于整体降低区域 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 浓度发挥着非常重要的作用。《清洁空气法》规定 EPA 和各州必须遵循《“睦邻”法规》，需通过制定州际传输 SIP，采取有力控制措施避免上风向各州的污染物排放量传输导致下风向各州无法达标。具体来说，在传输区域设置主要污染物的排放总量，各州都面临相应的削减任务，并允许各州的污染源之间进行排污许可证的交易。

### 专栏 2

为了应对区域传输影响导致美国东部各州 O<sub>3</sub> 迟迟难以达标的问题，美国自 2003 年实施 NO<sub>x</sub> SIP Call，要求上风向的美国东部 22 个州和哥伦比亚地区（本身 O<sub>3</sub> 不达标，或对其他不达标州的 O<sub>3</sub> 污染有显著贡献）修改 SIP。在 2003-2008 年 5-9 月 O<sub>3</sub> 高浓度夏季期间对 NO<sub>x</sub> 排放总量进行控制，所有排放源都需要持有 NO<sub>x</sub> 排污许可证才能生产并排放，并允许污染源之间进行许可交易。

其后，为了促进 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 的全面达标，美国又发布了《清洁空气州际法规》（Clean Air Interstate Rule, CAIR），并于 2009 年颁布替换 NO<sub>x</sub> SIP Call，将政策范围扩大至东部 28 个州电力行业，要求进行进一步实施 NO<sub>x</sub> 排放削减措施，与此前政策一起共计约减少电力行业 50% 的 NO<sub>x</sub> 排放量。但是以北卡罗来纳州为首的 30 多个州提交请愿书，指出 CAIR 仍不足以控制东部各州的污染。另外，大多数电力公司声称 CAIR 的排放预算对其运营业务和设施引起非常大的经济影响。EPA 也基于排放模拟预测，认为该政策将无法带来 O<sub>3</sub> 的全面达标。

于是，2015 年出台了《跨州空气污染法规》（Cross-State Air Pollution Rule, CSAPR），替代了 CAIR，（并在 2017 年进行更新），增设 O<sub>3</sub> 季节 NO<sub>x</sub> 减排计划（Ozone Season NO<sub>x</sub> Program），进一步收紧 NO<sub>x</sub> 排放许可总量。根据模型测算，该更新的法规将可以使得东部各州在 2023 年全面解决 O<sub>3</sub> 污染问题。

## 重新指定或维持 SIP

最后，达标区域则需制定重新指定或维持 SIP (Redesignation or maintenance SIP)。由州政府向 EPA 提出区域重新指定请求，为了维持达标需制定至少长达 10 年的 SIP。SIP 将基于最新的排放源清单进行空气质量模拟确保低于标准限值。达标区域的州每 8 年需修改 SIP 并提交给 EPA，确保下个 10 年有能力维持达标。针对空气质量持续实现达标的地区，依据清洁数据政策 (Clean Data Policy, CDP)，州可暂停向 EPA 提交与 SIP 有关的各项资料。

## 明确时间节点

各州确定了应提交的 SIP 类型后，首要工作是以法定时间节点为依据，起草标准实施流程表，也就是区域指定和编制 SIP 时间表。有计划性的列出流程表可以更好地督促空气质量管理部期限达标。针对不同污染物和污染复杂程度，未达标区域 SIP 提交期限有所不同。例如 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、Pb 在区域指定后 18 个月之内提交，O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub> 和 CO 在 3 年内提交，而达标期限则需要更长时间。如下表 5-2 所示，2012 年 PM<sub>2.5</sub> 标准在生效之后，污染最为严重的地区需要历时十余年才能实现达标。O<sub>3</sub> 污染达标期限跨度更长，从轻微污染区域在 3 年内达标，直到极端严重污染区域需要耗时 20 年。

表 2. PM<sub>2.5</sub> 标准实施流程表

重要阶段	2006 年 PM <sub>2.5</sub> 标准	2012 年 PM <sub>2.5</sub> 标准
标准生效时间	2006 年 10 月	2012 年 12 月
区域指定生效	2009 年 12 月	2015 年 4 月
基础设施 SIP 提交期限	2009 年 10 月	2015 年 12 月
未达标区域 SIP 提交期限	中度污染地区：2014 年 12 月 重度污染地区：2017 年 12 月	中度污染地区：2016 年
达标期限	中度污染地区：2015 年 12 月 重度污染地区：2019 年 12 月	中度污染地区：2021 年 12 月 重度污染地区：2025 年 12 月

来源：USEPA, 2020

## EPA 提供充分的技术支持

EPA 的职责除了对 SIP 进行审批，还包括重要的技术支持和必要时的介入和干预。在决策审批方面，EPA 有权利做出区域指定和 SIP 审批的最终决策，并依法向公众公开 SIP 提案，开放为期 30 天的意见征询期，并且充分考虑和回应公众意见。在技术支持方面，EPA 公开不同类型 SIP 的编制技术指南和详细要求，提高各州 SIP 制定的时效性，确保其尽可能在限期内 (18-36 个月) 提交可被获批的计划。如果某个州迟迟不提交 SIP 或提交的 SIP 未获批，那么 EPA 依法介入制定联邦实施计划 (FIP)，帮助各州实现达标。

针对 NO<sub>x</sub>、VOC、PM、SO<sub>2</sub>、和 NH<sub>3</sub> 等主要污染物，EPA 发布减排措施和技术清单，致力于全面的引导各州政府制定具有成本效益的减排策略 (USEPA, 2016)。除了经济影响分析外，

法规影响分析发挥重要作用，旨在告知公众，各州和地方政府实施标准的潜在社会成本和社会效益（包括无法量化的社会效益和确定的净效益）。各州有自由裁量权，可选择最符合当地经济社会和工业特征的减排措施来实现达标。

为了确保 SIP 能在既定的时间表内完成，EPA 努力减少联邦和各州政府在制定 SIP 的负担，通过和国家清洁空气机构协会（NACAA）SIP 改革工作组的合作，尽可能的简化 SIP 审批过程中各项繁琐手续（USEPA，2020）。SIP 改革工作组是 EPA、NACAA 和各州环境委员会之间的一个合作倡议，也包括各州政府代表在内，有利于促进各方沟通。

### 达标 SIP 核心内容要求

不同污染物的达标 SIP 要求有所不同，由于 PM 和 O<sub>3</sub> 区域污染的复杂特性和治理困难，这两项污染物的 SIP 核心内容要求最为全面，也值得中国城市编制限期达标规划时参考借鉴。PM 的达标 SIP 要求包括达标展示，基准年和达标预估排放源清单，合理利用/最佳可行的控制措施和技术，额外措施，确保达标的合理进展、量化阶段、和未达标区域 NSR 要求（USEPA，2020）。典型达标规划涵盖的内容如下表 5-3。

表 3 达标规划核心内容

监测	排放源清单	达标展示	控制措施	确保达标的合理进展	应急措施	未达标区域 NSR
环境空气质量监测网络	全面、准确、最新的排放源清单	模型展示区域限期达标	污染物控制措施介绍	控制措施的进展情况	应急措施介绍	修订 NSR 条例满足区域划分要求
监测点位位置和时间范围	（达成共识的）源清单年份	建模方法参考 EPA 的《空气质量模型指南》	控制措施的要求	量化逐步的减排	设置应急触发机制	解决前体物污染难题
所有监测点位的空气质量数据和指定值	机动车排放排放预算		采纳的措施为 SIP 的一部分	制定减排时间表来追踪进展	阐明如何见效（而不需要 EPA 和州政府采取额外行动）	更新前体物展示
监测方法			污染源和污染物所使用的不同技术		量化紧急措施产生的减排量	
数据质量			控制措施的生效日期			
空气质量监测的特别研究			阐明如何实施和执行控制措施			
空气质量数据分析（污			如何判定减排			

污染源特征、交通、季节变化、气象、趋势)						
发现和解释违规数据			量化减排			

来源：USEPA, 2019

O<sub>3</sub>污染问题更为复杂且达标挑战更大，因此达标 SIP 要求更为详细，不仅涵盖了 PM 和其他污染物所需的核心内容，还需要明确工业和交通行业的控制措施。例如，为加大力度对 NO<sub>x</sub> 和 VOCs 进行“双控”，不仅在工业行业以 VOCs 减排为主，还加大移动源控制力度，包括强化 I/M 制度，提升油品质量和加严交通运输排放控制措施等。减排措施要求具体到新增排放需要的减排量抵消倍数，阶段性应实现的下降比例等（如下表 5-4）。考虑到高架源排放 NO<sub>x</sub> 对区域 O<sub>3</sub> 浓度的影响和各州之间的传输，电力行业的相关减排措施主要集中在州际传输 SIP 中体现。

表 4 臭氧未达标区域 SIP 核心内容

臭氧污染程度分类	轻微	中度	严重	非常严重	极端严重
达标期限	3 年	6 年	9 年	15-17 年	20 年
	排放源清单	基于轻微地区要求：	基于中度地区要求外，还需：	基于严重地区要求外，还需：	基于常严重地区要求外，还需：
	NSR 抵消比例 1.1: 1	NSR 抵消比例 1.15: 1	NSR 抵消比例 1.2: 1	NSR 抵消比例 1.3: 1	NSR 抵消比例 1.5: 1
	主要污染源阈值 100 吨/年	主要污染源阈值 100 吨/年	主要污染源阈值 50 吨/年	主要污染源阈值 25 吨/年	主要污染源阈值 10 吨/年
		VOC/NO <sub>x</sub> 合理可用的措施技术	6 年内 18% 的合理进展	VMT 增长抵消	锅炉的清洁燃料要求
		达标展示	强化 I/M 制度	低 VOC 重整气	交通堵塞控制措施
		6 年内 15% 的合理进展	加强监测计划	主要排放源罚款计划	
		基础 I/M 项目	达标展示模型		
		未达标的应急措施	保障合理进展的应急措施		
		第二阶段汽油蒸气回收	清洁燃料项目		
			现有改造设备的 NSR 要求		
			车辆行驶里程 (VMT) 展示和交通运输管控措施		

来源：USEPA, 2020

值得强调的一点是，美国的清洁空气法规与 SIP 实施机制兼顾了政策一致性。以交通排放管控为例，《清洁空气法》1990 年修正案包括交通政策一致性条例（Transportation Conformity），其后还颁布了实施细则并进行了多次修改，明确联邦政府支持的交通项目与各州的 SIP 保持一致，致力于消除或减少交通相关的超标情况，并尽可能快的实现达标。美国的交通规划、计划或项目均需要在 SIP 机动车排放预算批准后的 2 年内进行一致性判定，不能因新批准的交通项目而影响 SIP 的实施进度（USEPA, 2017）。

## 实施评估与保障措施

各州政府有责任审查和评估未达标区域 SIP 实施进展是否能保障限期达标，并制定了相应的机制来追踪和考核 SIP 实施进展，并且对考核结果也进行评估，保障 SIP 的实施效果和最终能够达到空气质量标准的要求。与中国的考核机制有些类似，美国的 SIP 实施考核既需要看所作出的努力（计划中措施的实施情况），也需要评估取得的成效（空气质量变化），但在具体操作中具体做法有所不同。

## 追踪政策实施进展

各州政府需要提供 SIP 的实施进展报告，评估未达标区域的排放源是否按照要求安装治污设施，或者空气质量管理部是否实施减排计划的具体事项，例如实施柴炉更换、禁止民用燃烧等。此外，需要强调的是，地方还需对采取的措施的减排效果进行阶段性的量化评估，确保减排比例能够完成目标。例如，未达标区域需在 SIP 实施的前 6 年中实现 15% 的 VOCs 减排量，此后以每年 3% 的速度进行削减。在未安装连续排放监测网络的行业，也需要使用排放模型或多种指标（比如减排政策和计划等）来追踪排放量减少的进度。

## 评估进展和保障达标

各州空气质量管理部通过评估空气质量的变化水平（与未达标区域指定时的指定值浓度相比较）来评估未达标区域的 SIP 实施进展和最终判定达标，首要指标为监测点位的三年滑动平均的改善程度。以 PM<sub>2.5</sub> 为例，年均 PM<sub>2.5</sub> 达标的要求是该区域监测点位三年的 PM<sub>2.5</sub> 年均浓度低于 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。这样做的好处是可以避免因单年气象因素干扰对空气质量变化带来的影响。

空气质量改善效果评估还不仅限于考察现状，还需进一步审议和展望 SIP 的实施是否能够保障如期达标。如果改善效果不佳，认为未达标地区制定的减排措施不足以实现达标，那么达标规划中的应急预案将被开启，由 EPA 或者地方环保部门来执行，旨在最短的时间内实现更多的减排量，从而确保该地区的空气质量尽快改善和如期达标。

对于未达标区域，《清洁空气法》赋予实施两类惩罚机制，以使得 EPA 有权干预并保障地方 SIP 的执行，即实行排放抵消处罚（即，对固定源产生的污染实行加倍减排要求）；中断联邦政府提供的公共交通基础设施项目的资金支持（USGPO，2013）。如州政府未能在 2 年内满足 SIP 的既定要求，EPA 有权作为最终实施和执行机构，通过制定和实施联邦实施计划（FIP），从而帮助各州达标。潜在的 FIP 实施机制发挥着重要作用，旨在激励各州政府尽最大努力提交高质量的、可被获批的 SIP，并付诸行动。

### 1.2.2. 欧盟空气质量指令与清洁空气规划

#### 将空气质量指令作为立法和行动计划的目标

德国是欧洲最早实现工业化的国家，其建立的空气质量改善政策体系和管理制度较为完备，是欧盟空气质量管理及达标计划的借鉴基础。欧盟构建了以改善空气质量为核心的标准（称为指令）实施机制，旨在确立空气质量改善目标，督促各成员国将欧盟指令转换为各国法律，并制定行动计划促进达标，以及建立监测和报告制度去评估实施进展。

欧盟 1996 年颁布的《环境空气质量评估框架指令》及其后陆续颁布的四项子指令是欧盟空气质量的重要里程碑和基石，不仅提出了相当于空气质量标准的指令，还奠定了区域达标政策框架的基础。指令明确提出三项要求：未达标地区需制定短期行动计划，以降低超标风险并缩短超标期限；确保计划顺利实施，从而实现限期达标；需制定综合空气质量计划，致力于控制所有超标的污染物（亚洲清洁空气中心，2017）。

2001 年，欧盟委员会对各成员国的空气质量进行综合评估，指出主要污染问题是 PM 和 O<sub>3</sub> 污染。为此，欧盟启动了欧洲清洁空气计划（CAFÉ），这是初期治理大气污染的政策框架，以期能够促成欧盟各国达到已有的指令（欧盟委员会，2001）。此后，欧盟于 2005 年制定了针对这两项污染物的大气污染专题战略（Thematic Strategy on Air pollution, TSAP），进一步制定 2020 年空气质量改善目标，并强调了在技术可行性的情况下，实施措施将 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 浓度分别下降 75% 和 60%（欧盟委员会，2005）。

2008 年颁布的《环境空气质量指令》（AAQD）整合先前的框架指令和子指令，确立 13 项主要污染物的空气质量标准限值，参考德国的空气质量标准但进行了收严和扩充。其中最重要的是增设 PM<sub>2.5</sub> 年均标准，要求分为两个阶段达标：至 2015 年实现年均目标值 25 μg/m<sup>3</sup>，也就是 WHO IT-2 目标值；至 2020 年浓度限值达到 20 μg/m<sup>3</sup>（欧盟委员会，2008）。

为了进一步促使欧洲空气质量达到现有指令要求并在远期进一步向 WHO 准则值看齐，2013 年出台欧洲清洁空气规划（CAPE），替代原有 CAFÉ 成为最新的欧盟政策框架（欧盟委员会，2013）。如下表所示，CAPE 分别确立了 2020 年和 2030 年空气质量战略目标（如表 5-

5)。2020 年短期目标强调成员国进行 AAQD 全面实施，那么可实现达标。2030 年长期目标指的是 PM 和 O<sub>3</sub> 的健康影响（过早死亡率）相比 2005 年减少 52%，这将在 AAQD 基础上增加三分之一的健康改善效益，这项政策的净收益每年可达到至少 400 亿欧元（不包括难以量化的生态环境效益）。

表 5. 欧洲空气质量战略目标 (CAPE)

空气质量战略目标	环境空气质量标准达标	降低健康影响（过早死亡） vs. 2005 基准年
2020 年	全部达到 AAQD	33%
2030 年	大部分成员国 PM <sub>2.5</sub> 污染物达到 10 µg/m <sup>3</sup> ，即 WHO 准则值	52%

来源：欧盟委员会，2013

### 设置排放上限和编制实施规划

为了使得成员国能够达到指令设置的空气质量目标，欧盟还制定并随着目标更新而修订《国家排放上限指令》（National Emission Ceilings Directive, NECD），要求各国设置和履行约束性减排比例的承诺，类似于我国的污染物排放总量控制要求，但进一步与空气质量目标进行了关联。

按照指令要求，成员国必须向欧盟委员会提交国别空气污染防治规划（NAPCPs），确立分阶段的国家减排目标（2020 年和 2030 年），从而确保 CAPE 战略目标和长期空气质量改善目标的顺利实施（欧盟委员会，2020）。NAPCPs 是各国实现减排承诺的核心治理工具，也提供信息帮助欧盟委员会来评估各成员国是否能如期达标，或是否需要加强措施。同时，促进各成员国之间协调沟通污染防治政策和商定减排措施。NAPCPs 规定各成员国的核心责任是针对 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、NMVOC、NH<sub>3</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 五项污染物进行控制，制定具有法律约束力的中长期减排比例（2020-2030 年和 2030 年以后），配以政策措施。各成员国的 NAPCPs 草案在定稿前需开展公众意见征询，并且每四年进行更新。

### 约束性减排承诺

欧盟发达国家和新加入欧盟国家在 NAPCPs 中设立了不同程度的国别减排承诺。值得注意的是，对比发达国家的减排承诺，保加利亚和克罗地亚这样经济最不发达和污染很严重的欧盟成员国代表，所承诺的减排力度却未有所松懈（如下表 5-6 示例）。由此看出，欧盟各国在治理污染方面，并未因为经济水平高低不同而有不作为的情况。

表 6 欧盟国家减排承诺示例（注：制定目标时英国未脱欧）

主要污染物	SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		NMVOC		NH <sub>3</sub>		PM <sub>2.5</sub>	
	2020年-2030年的任何一年	2030年开始的任何一年	2020年-2030年的任何一年	2030年开始的任何一年	2020年-2030年的任何一年	2030年开始的任何一年	2020年-2030年的任何一年	2030年开始的任何一年	2020年-2030年的任何一年	2030年开始的任何一年
德国	21%	58%	39%	65%	13%	28%	5%	29%	26%	43%
英国	59%	79%	42%	63%	28%	40%	8%	16%	30%	46%
保加利亚	78%	88%	41%	59%	58%	21%	3%	12%	20%	39%
克罗地亚	55%	83%	31%	57%	34%	48%	1%	25%	18%	55%

来源：欧盟《国家排放上限指令》，2016

### 可靠的排放清单和量化的减排措施评估

为实现达标，欧盟各国还需要建立高质量的源清单并基于减排措施开展预估减排量评估，用于评估是否能实现减排要求。NECD 规定成员国每年需要向欧洲环境署报告源清单，每两年更新预估减排量（因为实际排放和源清单报告之间通常滞后两年）。源清单不仅需要评估数据质量，还需基于更新的方法一致性和科学共识对清单进行相应调整，并评估调整清单的可接受性（欧盟委员会，2020）。预估减排量的质量评估则要依据五个要素：透明度、一致性、可比性、完整性和准确性。

### 国别大气污染防治规划核心内容要求

欧盟在设置指令及其发布空气质量行动计划时就明确，欧盟委员会需要编制实施指南，并对成员国提供技术支持。欧洲环境署建立的欧洲环境信息与观察网络（Eionet），成立由各成员国的专家组成的专家工作组，在 AAQD 实施层面提供充分的技术支撑，包括制定指导文件和评估的标准方法（欧洲环境署，2020）。此外，欧盟还发布《实施指令》，明确各国编制 NAPCP 的核心内容要求（如下表 5-7 所示），并提供技术指南，帮助各成员国编制 NAPCP。

表 7 NAPCP 框架核心要素

国家空气质量改善和减排政策框架	政策和措施实施进展	2030 年测算	实现 2020 和 2030 目标的政策选择	政策和措施摘要	政策一致性	政策和措施对减排、区域国空气质量、环境、以及相关不确定性的预估综合影响
污染物减排比例	已实现的减排量	预估达标排放源和减排	可供参考的政策选择清单	采取的政策和措施	评估采取的政策措施是否与（举例，国家能源和气候政策）保持一致	达标减排承诺
与达标相关的政策优先事项	空气质量目标实施进展	预估空气质量改善的影响		实施时间表		对空气质量改善的预期影响

各级政府 主管当局 的职责分 工	局部排放 源的区域 传输影响	不确定性		主管当局职责 分工		对环境的预期 影响
				评估政策和措 施时间表		方法和不确定 性
				行业：能源、 交通、工业、 农业、废物管 理、交叉行业		

来源：欧盟委员会，2020

NAPCP 最大的一个亮点在于，其中一项要求是希望各国考虑空气质量目标与国家能源和气候政策的关联性和一致性。现阶段，欧洲发达国家面临空气质量改善速度放缓的问题，而末端治理的减排措施不足以推动能源结构调整并最终实现达标。而气候政策实施旨在强化源头治理，这将会在更有效的推动经济结构转型的同时促进温室气体减排和空气污染物达标。欧洲的气候政策《欧洲绿色新政》(The European Green Deal)的核心战略目标是至 2050 年使欧洲实现碳中和，其中一项目标是实现零污染（欧盟委员会，2019）。

### 实施评估与保障机制

欧盟由于是由多个国家组成的联合体，相对来说对各国开展实施进展评估更为困难，需要多方的协调并且确保措施行之有效的约束力也较弱，因而欧盟的做法是对政策本身进行全盘审议和评估。2013 年欧盟对 CAPE 政策进行审议，要求各国应采取有力措施，解决未达标的现状（欧盟委员会，2013）。并提出了具体的措施建议，包括解决轻型柴油车尾气 NO<sub>2</sub> 排放问题；促进减排技术强化和提升空气质量管理能力；加大减排项目的资金支持；扩展本地和区域空气质量管理。此外，政策审议中确立每五年开展对 CAPE 的审议机制，其中包含追踪评估标准实施进展。

2019 年发布的 Fitness Check，是欧盟首次考核标准实施进展（欧盟委员会，2019）。得出的主要结论是，在改善空气质量和达标方面，AAQD 发挥了部分作用但是仍然存在不足。首先，欧盟空气质量监测和模型存在缺陷，使其无法充分支撑达到 AAQD 所规定的要求。其次，缺乏强约束力的有效空气质量计划，以及各成员国缺乏足够的减排承诺，致使污染物 PM<sub>10</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的达标期限持续存在重大延误。从评估结果来看，NO<sub>2</sub> 污染减缓不明显，O<sub>3</sub> 超标仍位居首位。空气政策与气候、能源、交通政策的协同效益在欧盟框架层面虽然已加强，但是也存在各国行动不一致，部分动力不足的情况。并且，尽管 CAPE 规定了在超标情况下应采取应急措施，从而发挥空气质量改善的作用，但是应急措施实施的具体要求和细则却一直未曾明确。

## 1.3 小结与建议

尽管中国自 2013 年实施“5+3”行动计划以后空气质量得到了整体大幅度改善，但是我们离全面达标仍有很大差距。将空气质量标准实施制度化，以达标为核心制定和实施清洁空气政策可以有效促进空气质量持续改善至达标水平。基于欧美的空气质量标准实施经验，达标篇提出以下建议：

国家层面的大气污染防治规划与行动计划应明确将全面达到空气质量标准作为政策目标和对地方政府的考核对象，并列各地分阶段逐步全面达标的时间节点和分污染物的阶段性目标。结合我国城市目前的污染水平进行分类，实施差别化管理，制定有区别的管理策略和达标路线图。具体来说，建议国家层面在“十四五”期间一方面针对 PM<sub>2.5</sub> 未达标地区提出明确的改善目标和达标期限要求，另外一方面对达标城市和已经实现空气质量大幅改善的城市也应在达标的基础上防止反弹，适时提出“进阶”目标。此外，建议制定 PM<sub>2.5</sub> 与臭氧协同治理的目标和行动方案，促使在“十四五”期间 PM<sub>2.5</sub> 污染问题持续改善，同时有效遏制全国臭氧污染水平持续上升的趋势。

针对达标规划，首先在国家层面，生态环境部需敦促未达标城市制定并向社会公开限期达标规划，确保百分百覆盖；同时，生态环境部应为城市提供达标规划编制的技术支持，编制指导手册，对达标规划的核心内容和实施要求做出明确规定和指导，助其在限期内发布高质量的方案和促进实施成效。在地方层面，未达标城市应制定并向社会公开限期达标规划。除了空气质量目标，建议达标规划还需明确分阶段的主要污染物减排目标。建议城市组织专家工作组对达标规划开展模型量化评估，证明其采纳措施能够切实有效地实现减排，并开展阶段性成效评估，及时调整和加强措施组合以确保最终能如期达标。

建议城市以达标规划作为地方空气质量改善核心政策的同时，保持其它环境管理政策的协调和互为补充。例如总量控制政策的目标应服务于达标，并重视生成 PM<sub>2.5</sub> 和 O<sub>3</sub> 前体污染物的协同控制，结合许可证管理制度在超标区域实施更严格的准入门槛和控制措施要求，依靠区域协同治理政策解决传输影响造成的部分省市“达标难”问题。此外，与空气质量管理相关的应对气候变化、能源和交通等规划及政策也应保持一致性，在制定政策阶段应进行相应的评估，例如新增能源和交通项目需确保不影响空气质量达标进程要求。建议未达标城市以深化结构调整和优化能源结构为核心，推进大气污染物和温室气体协同减排行动计划的制定，在达标规划中优先选择并更大力度地推进能够实现“双降”的结构减排措施，包括控制煤炭消费总量、淘汰落后产能、清洁取暖、公转铁等运输模式调换等。

### 参考文献

柴发合，我国大气污染治理历程回顾与展望，2020 年 7 月

生态环境部，努力留住美丽蓝天—环境保护部副部长潘岳谈新修订的《大气污染防治法》，2015 年 9 月，[http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201509/t20150906\\_309375.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/sthjbgw/qt/201509/t20150906_309375.htm)

生态环境部, 《大气污染防治行动计划》实施情况中期评估报告, 2016年7月, [http://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/201607/t20160706\\_357205.shtml](http://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/201607/t20160706_357205.shtml)

生态环境部, 国家环境保护标准“十三五”发展规划, 2017年4月, <http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201704/W020170414581772760139.pdf>

生态环境部, 生态环境部通报《大气污染防治行动计划》实施情况终期考核结果, 2018年6月, [http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201806/t20180601\\_630217.html](http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201806/t20180601_630217.html)

生态环境部, 关于印发《2020年挥发性有机物治理攻坚方案》的通知, 2020年6月, [http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202006/t20200624\\_785827.html](http://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202006/t20200624_785827.html)

新华社新闻, 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要, 2016年3月, [http://www.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c\\_1118366322.htm](http://www.xinhuanet.com/politics/2016lh/2016-03/17/c_1118366322.htm)

亚洲清洁空气中心, 空气质量管理发展历程德国篇, 2017

中国政府网, 中华人民共和国大气污染防治法(第二次修订), 2000年4月

中国政府网, 关于印发《国家环境保护“十五”计划》的通知, 2001年12月, [http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content\\_61775.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61775.htm)

中国政府网, 国务院关于两控区酸雨和二氧化硫污染防治“十五”计划的批复, 2002年9月, [http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content\\_61804.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61804.htm)

中国政府网, 国务院关于印发国家环境保护“十一五”规划的通知, 2007年11月, [http://www.gov.cn/zwgk/2007-11/26/content\\_815498.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2007-11/26/content_815498.htm)

中国政府网, 国务院印发国家环境保护“十二五”规划的通知, 2011年12月, [http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content\\_2024895.htm](http://www.gov.cn/zwgk/2011-12/20/content_2024895.htm)

中国政府网, 国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知, 2013年9月, [http://www.gov.cn/zhengce/content/2013-09/13/content\\_4561.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2013-09/13/content_4561.htm)

中国政府网, 国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知, 2016年12月, [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/05/content\\_5143290.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-12/05/content_5143290.htm)

中国政府网, 国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知, 2018年7月, [http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-07/03/content\\_5303158.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-07/03/content_5303158.htm)

中国政府网, 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《省(自治区、直辖市)污染防治攻坚战成效考核措施》, 2020年4月, [http://www.gov.cn/zhengce/2020-04/30/content\\_5507825.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2020-04/30/content_5507825.htm)

European Commission(EU), Air Quality Framework Directive 96/62/EC, 1996, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31996L0062>

EC, The Clean Air for Europe (CAFÉ) Programme: Towards a Thematic Strategy for Air Quality, 2001, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52001DC0245>

EC, Thematic Strategy on air pollution, 2005, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL;ELX\\_SESSIONID=RRCpJ2dLQ9Q2mVqDdlWHI9DLp4Ln7Zd8LkdpL15wdxxvKkFpkZH%21405769600?uri=CELEX:52005DC0446](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL;ELX_SESSIONID=RRCpJ2dLQ9Q2mVqDdlWHI9DLp4Ln7Zd8LkdpL15wdxxvKkFpkZH%21405769600?uri=CELEX:52005DC0446)

EC, Ambient Air Quality Directive 2008/50/EC, 2008, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1486474738782&uri=CELEX:02008L0050-20150918>

EC, A Clean Air Programme for Europe, 2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0918&from=EN>

EC, National Emissions Ceiling Directive (EU) 2016/2284, 2016, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2016.344.01.0001.01.ENG](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2016.344.01.0001.01.ENG)

EC, EU approves new rules for Member States to drastically cut air pollution, 2016, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_16\\_4358](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_16_4358)

EC, DG Environment, Clean Air for Europe, 2017

European Commission, Executive summary of the Fitness Check of EU supervisory reporting requirements, 2019, [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/191107-fitness-check-supervisory-reporting-executive-summary\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/191107-fitness-check-supervisory-reporting-executive-summary_en.pdf)

EC, Commissioner Virginius Sinkevicius: speech at the Environment Council, 19<sup>th</sup> December 2019, Brussels, 2019, [https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/sinkevicius/announcements/commissioner-virginijus-sinkevicius-speech-environment-council-19th-december-2019-brussels\\_en#:~:text=The%20Zero%2DPollution%20Action%20Plan%20for%20air%2C%20water%20and%20soil,will%20be%20adopted%20in%202021.&text=The%20new%20Circular%20Economy%20Action%20Plan%20will%20be%20adopted%20in,cycle%20of%20products%20and%20materials](https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2019-2024/sinkevicius/announcements/commissioner-virginijus-sinkevicius-speech-environment-council-19th-december-2019-brussels_en#:~:text=The%20Zero%2DPollution%20Action%20Plan%20for%20air%2C%20water%20and%20soil,will%20be%20adopted%20in%202021.&text=The%20new%20Circular%20Economy%20Action%20Plan%20will%20be%20adopted%20in,cycle%20of%20products%20and%20materials)

EC, Progress made on the implementation of Directive (EU)2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, 2020, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593765728744&uri=CELEX:52020DC0266>

EC, Air quality – existing legislation, [https://ec.europa.eu/environment/air/quality/existing\\_leg.htm](https://ec.europa.eu/environment/air/quality/existing_leg.htm)

EC, Reduction of national emissions – National Air Pollution Control Programme, <https://ec.europa.eu/environment/air/reduction/NAPCP.htm#:~:text=The%20National%20Air%20Pollution%20Control,du%20by%201%20April%202019.>

European Environment Agency, European Environment Information and Observation Network, <https://www.eionet.europa.eu/>

USEPA, Air quality design values, <https://www.epa.gov/air-trends/air-quality-design-values>

USEPA, Area designations for the revised 24-hour fine particle national ambient air quality standards, [https://www3.epa.gov/airquality/particlepollution/designations/1997standards/documents/Jun07/june\\_2007\\_guidance\\_for\\_area\\_designations\\_for\\_2006\\_24-hour\\_pm2.5.pdf](https://www3.epa.gov/airquality/particlepollution/designations/1997standards/documents/Jun07/june_2007_guidance_for_area_designations_for_2006_24-hour_pm2.5.pdf)

USEPA, Ozone designation and classification information, <https://www.epa.gov/green-book/ozone-designation-and-classification-information>

USEPA, Particle pollution designations guidance and data, <https://www.epa.gov/particle-pollution-designations/particle-pollution-designations-guidance-and-data#B>

USEPA, Learn about ozone designations, <https://www.epa.gov/ozone-designations/learn-about-ozone-designations#process>

USEPA, NAAQS designation process, <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-designations-process>

USEPA, NAAQS implementation process, <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-implementation-process>

USEPA, Important information concerning the menu of control measures, 2016, <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-02/documents/menuofcontrolmeasures.pdf>

USEPA, State Implementation Plan (SIP) lean toolkit for collaboration between EPA and Air Agencies, 2019, [https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-12/documents/sip\\_lean\\_toolkit\\_for\\_collaboration\\_between\\_epa\\_and\\_air\\_agencies.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-12/documents/sip_lean_toolkit_for_collaboration_between_epa_and_air_agencies.pdf)

USEPA, Particulate Matter (PM) nonattainment area SIP requirements, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-nonattainment-area-sip-requirements>

USEPA, Streamlining the SIP process, <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/streamlining-sip-process>

USEPA, Fine particulate NAAQS implementation milestones, <https://www.epa.gov/pm-pollution/fine-particulate-naaqs-implementation-milestones>

USEPA, Interstate air pollution transport, <https://www.epa.gov/interstate-air-pollution-transport/interstate-air-pollution-transport>

USEPA, Specific elements for each of the major SIP types for PM, <https://www.epa.gov/pm-pollution/specific-elements-each-major-sip-types-particulate-matter-pm>

USEPA, Required SIP elements by nonattainment classification, <https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/required-sip-elements-nonattainment-classification>

USEPA, Regulatory impact analyses for air pollution regulations, <https://www.epa.gov/economic-and-cost-analysis-air-pollution-regulations/regulatory-impact-analyses-air-pollution>

USEPA, NOx budget trading program, <https://www.epa.gov/airmarkets/nox-budget-trading-program>

USEPA, Final cross-state air pollution, 2016, <https://www.epa.gov/airmarkets/final-cross-state-air-pollution-rule-update>

US Department of Transportation Federal Highway Administration, Transportation Conformity, [https://www.fhwa.dot.gov/environment/air\\_quality/conformity/](https://www.fhwa.dot.gov/environment/air_quality/conformity/)

US Government Publishing Office, Sanctions and consequences of failure to attain, 2013,  
<https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2013-title42/html/USCODE-2013-title42-chap85-subchapl-partD-subpart1-sec7509.htm>