

지속가능한 사회를 위한 환경솔루션 전문기관

중국 환경산업 INSIGHT

- 중국 오존오염방지 조치현황 -

2024년 9월호

(Vol.29)

CONTENTS

I. 중국 오존오염 발생 주요원인 및 현황

- ① 오존 발생원인 1
- ② 중국 오존오염 현황 2
- ③ 중국 대기질 현황 5
- ④ 중국 오존오염방지 주요기술 6
- ⑤ 중국 오존오염방지 주요조치 9

II. 중국 오존오염 정책동향

- ① 중국 오존오염방지 중앙정부 정책동향 10
- ② 중국 오존오염방지 주요 지역별 정책동향 19

III. 시사점 및 결론

- ① 발전전망 21

발행일 : 2024.10.10

발행처 : KEITI 중국사무소

발행인 : 기획 및 책임총괄 / 박재현

주저자 / 차목승

공동저자 / 윤영근, 임승택, 성소묘

1 중국 오존오염 발생 주요원인 및 현황

1 오존 발생원인¹⁾

○ 오존 기본현황

- (개념정의) 오존(O₃)는 산소 원자 3개가 결합한 산소의 동소체(Allotrope)²⁾임. 상온 대기압에서 파란 빛을 띠며, 산소 원자 2개가 결합한 일반적인 산소와 달리 유독물질임. 산소원자 O₂에 비해 훨씬 불안정한 형태로 연한 파란색의 자극적이고 악취가 나는 가스를 의미함
- (주요특징) 오존은 주로 광화학 반응과정에 의해 생성되며 2차 오염물질임. 특히 산업체에서 배출되는 질소산화물(NO_x), VOCs와 같은 전구체는 태양광(자외선)을 흡수하여 오존 오염물질로 전환됨. 또한 강한 산화특성으로 상온·상압에서도 다양한 물질과 반응할 수 있음
- (오존층) 지면에서 약 30km 떨어진 높이에 있는 오존층은 지구 생물에 미치는 영향에 대해 긍정적 및 부정적 역할을 모두 하고 있음. 오존층은 낙뢰, 태양 고에너지선 복사 등 자연 조건에 발생하며, 자외선, X선, 감마선 등 단파선의 99%를 흡수해 지구를 보호하는 역할을 함. 다만, 현재 지구 기후변화로 인해 오존층에 생기는 구멍은 인류가 직면한 큰 과제 중 하나임
- (주요 배출원) 오존은 주로 공업생산, 운송, 에너지 소비, 자동차 배기가스, 화석연료 연소 및 가정에서 사용하는 냉장고·에어컨에서 발생하는 염화플루오린화 탄소(Chlorofluorocarbons, CFCs) 등에서 생성됨
- (주요조치) 오존오염 저감을 위해 산업·교통 등 분야에서 오염물질 배출 감소, 에너지효율 개선, 청정에너지 사용 촉진 등 추진 중임

1) 科普中国(2024.9.16.), ‘轰动一时的“臭氧层空洞”, 现在到底怎么样了?’, (검색일 : 2024.9.18.)

科学出版社(2024.4.21.), ‘《中国大气臭氧污染防治蓝皮书(2023年)》执行摘要’, (검색일 : 2024.9.6.)

2) 한 종류의 원자로만 이루어졌으나 그 원자들의 배열순서나 배열구조가 다르기에 그 성질이 다른 여러 가지인 물질, 오존 나무위키 검색

2 중국 오존오염 현황³⁾

○ 중국 오존 배출총량 비교

- (발생원인) 중국의 오존 발생은 도시 지역 NOx 50% 이상은 자동차에서 배출되며, 나머지는 주로 공업단지 및 발전소에서 배출됨. VOCs의 경우, 인위적 배출과 자연적 배출로 구분할 수 있으며, 인위적 배출이 자연적 배출보다 약 2배 정도 많음

< VOCs 배출원 비교 >

구분	주요내용
인위적 배출	· 이동원(차량), 공업원, 용제사용 등 주로 도시지역에 집중적 발생
자연적 배출	· 북경·상해·사천 등 지역이 비교적 높으며, 동절기 대비 하절기에 발생량 多

자료 : 중국오존오염통제전문위원회 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

- (배출총량) 최근 몇 년 동안 중국의 VOCs 및 NOx 배출량이 감소했지만, 총배출량은 여전히 1천만t 이상으로 비교적 높은 편임
- (총량비교) 현재 중국의 NOx 배출량은 2000년대 초반 미국의 총배출량과 유사하고, VOCs 배출량은 1990년대 중반 미국의 배출량과 거의 동일하게 집계됨
- 이에, 고강도 전구체 배출이 고온, 저습, 강한 방사선, 약한 바람 및 안정성과 같은 불리한 기상 조건에 직면하면 오존오염이 쉽게 유발되며, 광범위한 지역의 오염을 초래함
- (대기 중 산화성질 강화) 대기 중 강한 산화는 오존 및 2차 PM2.5의 빠른 형성을 유도함. 고강도 VOCs 또는 NOx 배출조건에서 대기 중 NO2, 아질산(HNO2), 산소화된 휘발성 유기화합물(OVOCs)의 높은 농도수준은 대기 자유기(自由基, 홀수 전자를 가지는 원자나 원자군)의 주요 1차 공급원으로 대기의 산화성을 향상시키는 주요 요인이자 현재 오존 오염의 핵심임

3) 科普中国(2024.9.16.), ‘轰动一时的“臭氧层空洞”, 现在到底怎么样了?’, (검색일 : 2024.9.18.)
科学出版社(2024.4.21.), ‘《中国大气臭氧污染防治蓝皮书(2023年)》执行摘要’, (검색일 : 2024.9.6.)

- **(연구결과)** 중국은 대기 복합오염(复合污染, 두 종류 이상의 독성 물질에 의해 오염되는 일) 조건에서 산화 정도를 나타내는 지표인 AOIp(대기 산화 잠재력 지수)*는 타 국가의 연구 자료 대비 대기의 산화성이 비교적 강한 것으로 나타남

※ 대기 산화 잠재력 지수(AOIp, 大气氧化潜势指数)

- **(기본정의)** 대기 산화 능력을 측정하는 중요한 지표로 다른 물질에 대한 대기 중 산화제의 산화 작용의 강도와 능력을 반영한 지표임
- **(보충설명)** 동 개념은 최근 몇 년 동안 많은 관심과 연구를 통해 중국의 현 단계에서 높은 NOx와 VOCs 배출, SO2가 완전히 제거되지 않은 상태에서 대기의 산화 잠재력(AOP)을 정량적으로 특성화하는 방법, 나아가 AOP를 조절하여 대기 중 복합오염을 공동으로 제어하는 방법은 시급히 해결해야 할 핵심 문제로 부상함

이에, 중국 과학원 대기물리학연구소(中国科学院大气物理研究所)는 북경대학과 함께 거시적 열역학과 미시적 동역학의 두 가지 측면에서 AOP의 함축된 내용인 ‘표면 대기 산화지수 AOIe(表面大气氧化指数, AOIe)’ 및 ‘대기 산화 잠재력 지수 AOIp(大气氧化潜势指数, AOIp)’를 선구적으로 제안함. 이 두 가지의 정량적 표현과 연구방법은 복잡한 대기 환경에서 AOP의 정규화된 정량적 표현을 초기에 실현하고자 지표 시스템을 구축함

요약하면, ‘대기 산화 잠재력 지수’의 연구와 응용은 현재 중국의 대기오염 문제를 더 잘 이해하고 대응 하는데 도움이 될 뿐 아니라, 미래의 대기오염방지 및 통제를 위한 새로운 지수 개념임

* 출처 : 바이두 백과

- **(배출농도 증가)** 2010~2020년 화북지역의 NOx 배출량은 지속적인 감소 추세를 보이지만, 동절기 OH 자유기와 오존의 증가로 인해 대기 산화성이 증가하여 NOx로 전환율이 38.7% 향상되어 결과적으로 질산염 농도가 크게 감소하지 않은 것으로 나타남
- **(핵심요소)** 따라서, 대기 산화 조절에 기반한 VOCs 및 NOx 동시 저감은 중국의 오존 및 PM2.5를 공동으로 처리하는 핵심요소가 될 것으로 전망됨
- **(오존발생과 날씨영향)** 고온, 저습, 강한 방사선 등 날씨는 오존 오염 형성에 중요한 요인 중 하나임. 그중 온도는 오존 농도에 가장 많은 영향을 미치는 요소로, 일반적으로 오존 농도와 온도의 선형관계는 보통 4~16µg/°C로 알려져 있음

- (화북지역) 중국의 화북지역에서 온도에 대한 반응이 가장 크게 나타나며, 여름철 온도와 오존 발생지역의 평균 상관계수(두 변수 사이의 통계적 관계를 표현하기 위해 특정한 상관관계의 정도를 수치적으로 나타낸 계수)는 0.45에 달함
- (주요원인) 이러한 연구 결과에 따르면, 2013~2020년까지 중국의 각 지역별 오존 농도 변화는 대부분 기상변화로 설명할 수 있으며, 2022년 여름철 고온 온도는 중국의 오존오염이 증가한 중요한 원인인 것으로 파악됨

○ 2022년, 중국 339개 도시 연간 오존 평균농도 전년 대비 증가

- (오존오염 현황) 2022년 오존은 주요 오염물질 기준 초과일수 대비 약 47.9%를 차지함. 전국 339개 도시의 연간 오존 평균 농도는 $145\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로, 전년 대비 약 5.8% 증가했으며, 오존오염 농도 배출표준을 충족하는 도시 역시 전년 대비 42개가 감소한 것으로 나타남
- 대기질 표준에 따르면, 동년 오존은 처음으로 PM2.5(초과율 36.9%)를 초과하여 중국의 대기질에 가장 많은 영향을 미치는 주요 오염물질로 급부상함
- (대규모 오존오염 빈번히 발생) 중국 오존오염의 지역적 특성이 점차 중요해지고 있음. 장기간 대규모 오염이 빈번히 발생하고 있는 추세이며, 2015~2022년까지 중국 오존 오염이 지속적으로 상승함
- (평균농도) 특히, 중점지역(북경·상해 등)의 오존오염 배출농도는 전국 평균치 $120\sim 130\mu\text{g}/\text{m}^3$ 대비 $17\sim 45\mu\text{g}/\text{m}^3$ 높은 것으로 나타남
- 2019년 및 2022년에는 85개 이상 도시에서 동시에 오존 농도가 표준을 초과하는 대규모 오염사고가 각각 29건, 25건에 달했으며, 오염기간 역시 1주일 이상 초과한 것으로 파악됨

○ 중국 오존 발생원인

- (발생원인) 고강도 전구체 VOCs 및 NOx 배출이 주요 발생원인임. 특히 지면에 가까운 오존의 형성은 전구체(VOCs 또는 NOx) 배출, 광화학 전환 및 기후·기상요인에 의해 발생됨

- (주요조치) VOCs 배출 감소 및 전체 공정 관리 강화 및 청정 생산을 촉진 및 교통 구조 최적화, 대중교통 이용률 증가, 도로 이원원 관리 강화, 슬래그, 트럭 관리감독 강화, 非도로 이동원 배출관리 및 통제 강화 등을 추진함
- (지방 공동예방) 오존 중점배출 지역을 공동으로 관리하며, 오존 전구체 배출을 제어하여 지역별 오존오염을 감소시킴

○ 중국 오존 주요 직면과제

- (지역확산) 오존은 대기 수명이 길고 장거리 이동으로 인해 지역간 오염을 유발할 수 있으며, 화학전 형성 메커니즘은 복잡하고 전구체와 비선형적인 관계로 전구체 배출감소가 필요함
- (통제어려움) VOCs 전구체는 배출원이 복잡하고 종류 또한 다양하기 때문에 정확한 제어가 쉽지 않은 상황임

③ 중국 대기질 현황⁴⁾

○ 중국 오존 환경 개선 추세

- (대기질) 중국 생태환경부 자료에 따르면, 2023년 중국 전역 339개 지급 이상 도시 평균 날씨 우수일자 비율 85.5%로 2019년 대비 3.5%p 증가한 것으로 집계됨
- (감소추세) PM2.5 평균농도 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 연간 목표 대비 2.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 우수 및 2019년 대비 16.7% 개선됨. 또한 기타 오염물질(PM10, SO₂, NO₂, CO)의 경우 매년 지속적으로 감소추세를 보이고 있음
- (오존농도) 오존 평균농도는 2019~2021년 감소추세를 보였으며, 2022년부터 소폭 상승함. 2023년 배출농도는 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 전년 대비 0.7% 감소한 것으로 파악됨

4) 生态环境部(2023.1.8.), ‘生态环境部通报2022年12月和1—12月全国环境空气质量状况’, (검색일 : 2024.9.18.)
生态环境部(2024.1.25.), ‘生态环境部通报2023年12月和1—12月全国环境空气质量状况’, (검색일 : 2024.9.18.)
北京科协(2024.9.18.), ‘我国累计淘汰消耗臭氧层物质约62.8万吨’, (검색일 : 2024.10.8.)

< 2019~2023년 중국 지급 이상 규모 도시 대기질 >

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
평균 우수일 비율(%)	82	87	87.5	86.5	85.5
PM2.5(µg/m³)	36	33	30	29	30
PM10(µg/m³)	63	56	54	51	53
SO2(µg/m³)	11	10	9	9	9
NO2(µg/m³)	27	24	23	21	22
O3(µg/m³)	148	138	137	145	144
CO(mg/m³)	1.4	1.3	1.1	1.1	1

자료 : 생태환경부 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

○ 중국 오존층 파괴물질 단계적 제거 목표 달성

- (계약이행) 2024.9월, 생태환경부는 지난 30년 이상 중국의 오존층 파괴 물질(Ozone-Depleting Substances, ODS) 누적 제거량 62.8만t으로 개발도상국 총 제거량의 절반 이상을 차지한다고 밝힘
- 이는, 동 기간 동안 260억t 이상의 CO2 배출량을 감소하여 기후변화에 대한 긍정적인 역할을 했다고 언급함

4] 중국 오존오염방지 주요기술⁵⁾

○ 오존오염의 전구체인 VOCs 및 NOx 배출저감 관련 주요 기술

< 오존오염방지를 위한 VOCs 및 NOx 처리 주요기술 >

주요기술	주요내용
VOCs 처리기술	
응축법 (冷凝法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 서로 다른 온도에서 매개물질의 포화증기압 상이. 이때, 온도를 낮추거나 개입하여, 폐기가스 중 유기성분을 응축시켜 기체 상태로 분리하여 액체로 변화 · (적용범위) 고농도 배기가스 처리, 유해성분이 단일하고 회수가치가 높은 VOCs 처리, 다량의 수증기를 함유한 고온 배기가스 처리

5) 天得一科技(2023.2.17), ‘臭氧治理的4种有效方法和技术’, (검색일 : 2024.9.25.)

福赛生物官方(2024.8.31.), ‘PM2.5与臭氧为什么要协同治理? 听听院士怎么说’, (검색일 : 2024.8.31.)

주요기술	주요내용
흡수법 (吸收法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 배기가스와 세척액을 접촉시켜 폐기가스 중 VOCs를 분리 후, 화학약품을 통해 중화·산화 또는 기타 화학반응으로 분해 · (적용범위) 고수용성 VOCs 처리
흡착법 (吸附法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 흡착제로 VOCs 오염물질과 물리적 결합 또는 화학반응을 통해 VOCs 성분제거 · (적용범위) 중·저농도의 VOCs 처리
막분리법 (膜分离法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 인위적인 합성 막을 이용하여, VOCs 오염물질 분리 · (적용범위) 고농도 VOCs 처리
직접연소법 (直接燃烧法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 연료를 이용하여 혼합가스 가열, 고온 환경에서 폐기가스의 성분을 산화 분해 · (적용범위) 고농도 VOCs 처리
촉매연소법 (催化燃烧法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 촉매로 기체의 활성화 에너지 감소, 반응분자 표면에 대량에 축적하여, 기체의 연소점을 낮춰 저온에서 연소 가능 · (적용범위) 광범위한 농도의 VOCs 처리, 저농도 VOCs 처리
축열식 연소산화법 (蓄热式热力燃烧发, RTO)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 첨단 열교환 기술 및 신형 세라믹 축열재로 연소열을 효율적으로 회수하고, 안정된 공기유입을 보장. 특히 오염물질의 정화효과 탁월 및 운영 원가 절감 가능 · (적용범위) 저농도 VOCs 처리
축열식 촉매연소법 (蓄热式催化燃烧发, RCO)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 축열식 열 연소를 기본으로, 촉매제는 축열재 상단에 배치하여 VOCs 배기가스 정화에 최적화 · (적용범위) 고·중농도 VOCs 처리
생물분해법 (生物降解法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 미생물을 이용하여 폐기가스 중 VOCs를 소화·대사시켜 오염 물질을 물, 이산화탄소 또는 기타 무기염류로 전환 · (적용범위) 저농도 VOCs 처리, 미생물 분해가 가능한 VOCs 처리
광촉매분해법 (光催化降解法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 광촉매제 나노입자는 강한 자유기(自由基, 홀수전자를 가지는 원자나 원자군)를 활성화시켜, 폐기가스 중 일부 반응하기 어려운 물질을 온화(温和)한 조건에서 반응시켜 유기 폐기가스를 정화 · (적용범위) 고농도 VOCs 처리
플라즈마기술 (等离子体技术)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 플라즈마를 이용하여 대량의 활성물질 생산. 예로 이온, 전자, 여기상태(excited state)의 원자, 분자 및 자유기 등을 소분자로 분해 · (적용범위) 저농도 VOCs 처리

주요기술	주요내용
NOx 처리기술	
촉매환원법 (催化还原法)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 선택적 환원법 및 비선택적 환원법으로 구분 <ul style="list-style-type: none"> ▶ (선택적 환원법) 원소 백금 또는 구리, 철, 코발트, 바나듐 등 산화물을 촉매로 암모니아 또는 황화수소를 환원제로 하여 배출가스의 NOx와 선택적으로 반응하는 방법 ▶ (비선택적 환원법) 일산화탄소, 수소, 메탄 등 환원가스를 환원제로 하여 원소 백금, 팔라듐, 코발트, 니켈, 구리, 크롬, 망간 등 금속산화물을 촉매로 400~800°C 조건에서 NOx를 질소로 환원시키고, 일부 환원제는 연소가스의 과잉산소와 반응하여, 물과 CO2를 형성하여 많은 열을 방출함
SCR (선택적 촉매 환원기술)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 촉매의 작용으로 암모니아 또는 요소를 환원제로 사용하여 NOx를 무해한 질소와 물로 전환. 일반적으로 SCR 시스템에는 반응 온도와 환원제 분사위치를 정확하게 제어하여 효율적인 NOx 제거를 보장 · (주요특징) 높은 효율성 및 적용 범위, 90% 이상의 NOx 제거율, 전력, 시멘트, 철강, 등 대규모 연소 설비에 적용
SNCR (선택적 비촉매 환원기술)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) SCR과 달리 SNCR은 촉매를 필요로 하지 않으며, 고온 배기가스에 환원제(암모니아 또는 요소용액)을 직접 분사하여, 적절한 온도 범위에서 NOx를 질소와 물로 전환. 반응온도와 환원제 분사 위치를 정확히 제어하는 것이 SNCR 기술의 핵심 · (주요특징) 낮은 운영·투자비용, 30~70% 수준의 처리효율, 중소형 석탄 보일러, 폐기물 소각로 등 설비에 적합
산화 및 산화환원 촉매 (催化氧化与氧化还原)	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 촉매 산화 및 산화 환원 기술은 배기가스에 촉매를 추가하여 적절한 온도에서 NOx를 N2 및 O2로 전환시키는 기술 <ul style="list-style-type: none"> ▶ (촉매산화) NOx에서 NO는 NO2로 산화, NO2는 촉매를 통해 N2 및 O2로 환원 ▶ (산화환원) 촉매 작용으로 산화 및 환원제와 결합하여 NOx는 N2 및 O2로 환원 · (주요특징) 다양한 공업 공정에서 NOx 처리에 적합하며, 온화한 반응 조건과 높은 제거효율의 특성이 있음
저NOx 연소기술	<ul style="list-style-type: none"> · (기술소개) 연소 과정을 최적화하여, NOx 생성을 줄이며, 연소중 산소 농도와 온도를 제어하는 기술 · (주요특징) 다양한 연소설비로, NOx배출을 크게 저감 가능. 특히 신규 건설 프로젝트 및 개조된 연소설비에 적합

자료 : 중국오존오염통제전문위원회 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

5 중국 오존오염방지 주요조치⁶⁾

○ 오존오염방지를 위한 조치 강화

- (주요조치) 전구체 배출제어, 녹화범위 증가, 환경 모니터링 및 조기경보 강화, 생물학적 효소기술 적용 등이 있음
- (전구체 배출제어) 오존의 생성은 VOCs 및 NOx와 같은 전구체의 배출과 밀접한 관련이 있기 때문에 전구체 배출 저감이 대기의 오존처리에 핵심 사항임
- (녹화범위 확대) 도시의 녹색 식물은 오존 전구체를 포함한 공기 중의 오염물질을 흡수하고, 분해할 수 있음
- 특히 도시의 도로변에 나무와 잔디를 심는 도시 녹지와 식생(植被, 지구 표면의 특정 지역으로 덮인 식물의 군집을 의미) 범위를 확대하여, 오존오염을 감소시키도록 해야 함
- (모니터링 업그레이드) 오존 농도 변화와 추세를 적시에 파악할 수 있도록 환경 모니터링 업그레이드를 요구함. 또한 조기경보 등의 완전한 시스템을 구축하여, 오존오염을 더 이상 악화되는 것을 방지하도록 해야 함
- (생물학적 효소) 생물학적 효소 기술을 개발하는 것 역시 오존오염방지에 효과적임. 이는 공기 중의 오존, VOC, NOx를 분해 및 촉매하여, 오존오염을 감소시킬 수 있음
- 또한, 생물학적 효소 오존 처리제는 효소 성분이 풍부하여, 공기 중의 오존을 더욱 효과적으로 분해할 수 있으며, 무해화, 무독성질로 2차 오염이 없는 특징이 있음

6) 天得一科技(2023.2.17), ‘臭氧治理的4种有效方法和技术’, (검색일 : 2024.9.25.)

- (HFCs 통제 촉진) 생태환경부 자료에 따르면, 수소불화탄소(HFCs) 준수 및 통제 촉진을 위해 다양한 조치를 취함. 그중 할당량 라이선스 관련 관리 체계를 구축하여, 전체 HFCs 통제 목표를 달성하도록 요구함
- (수출입 관리강화) 중국은 2021년 이후, HFCs 수출입 허가 관리 확립으로 엄격하게 시행했으며, 매년 약 3만 건에 달하는 HFCs 수출입 심사를 승인한 것으로 파악됨
- (연구강화) 이와 동시에, 중국은 HFCs 준수관리 및 통제 관련 과학 기술 연구를 강화하고 있음. 예로, 산둥성(청도, 靑島) 지역에서 HFCs과 오존층 파괴물질에 대한 대기 모니터링 네트워크 및 중국의 자동차 및 산업 분야의 준수 유효성 평가 및 예측·조기 경보 평가 시스템 구축함

II 중국 오존오염 정책동향

1 중국 오존오염방지 중앙정부 정책동향

○ 중국 최근 오존오염방지 정책동향

- (정책동향) 최근 중국 정부 환경보호 정책이 지속적으로 강화됨. 특히 ‘더블탄소(2030년 탄소배출 정점 및 2060년 탄소중립)’ 목표에 따라, 오존 환경 보호, 에너지 절약 및 탄소배출 저감 등 분야의 규제 역시 강화 추세를 보임

< 최근 2년간 중국 오존오염방지 관련 정책동향 >

발표시기	발표기관	정책명	주요내용
2023.3.	2023년 양회	「2023년 양회 생태환경부 부장 기자회견」	· (PM2.5·오존오염 동시처리) 오염 및 탄소 저감 시너지 효과 도출, 산업·에너지·교통 구조조정 및 발전, 녹색, 저탄소 전환, 환경품질 개선 추진. PM2.5 및 오존 동시처리 강화. 생태보호 및 복원 등 생물 보존 프로젝트 추진 등 포함

7) 생태환경부 등(2022.11.), ‘臭氧污染防治攻坚行动方案’, (검색일 : 2024.9.17.)
中国环境(2022.11.18.), ‘图解 | 《臭氧污染防治攻坚行动方案》’, (검색일 : 2024.9.17.)

발표시기	발표기관	정책명	주요내용
2023.10.	생태환경부	「중국 기후변화 대응정책 및 행동 2023년 보고」 (中国应对气候变化的政策与行动2023年度报告)	<ul style="list-style-type: none"> • (불소함유 온실가스 배출제어) 「오존층 파괴물질 관련 몬트리올 의정서」 수정안 지속적 수행. 2022년 1월부터 전 지역 냉매, 발포제 및 기타 통제된 디플루오로메탄(HFC-32)을 포함한 5가지 수소불화탄소(HFCs) 화학 생산시설 건설 및 확장 금지
2023.11.	생태환경부	「2024년 수소불화탄소 할당량 총량설정 및 분배방안」 (2024年度氢氟碳化物配额总量设定与分配方案)	<ul style="list-style-type: none"> • (통제범위) 동 방안은 HFCs 생산(부산물 포함) 및 수입기업에 적용되며 통제 물질은 「중국 오존층 파괴물질 통제목록」에 명시된 9종 플루오르화수소 탄화물의 18가지 물질이 포함
2024.1	생태환경부	「오존층 파괴물질 관리조례」 (消耗臭氧层物质管理条例)	<ul style="list-style-type: none"> • (무해화 강화) 오존층 파괴물질 생성기업은 규정에 따라 생성된 오존층 파괴 물질을 무해화 처리 요구 및 직접 배출 금지
2024.1	생태환경부	「오존층 파괴물질 관리조례」 (消耗臭氧层物质管理条例)	<ul style="list-style-type: none"> • (모니터링 강화) 오존층 파괴물질 생산 또는 사용량이 많은 기업은 온라인 실시간 모니터링 설치 요구. 또한 각 성급 생태환경 관련부서와 연동하여 모니터링 설비의 정상 작동 보장 및 데이터 위조 금지 • (처벌강화) 냉매, 발포제, 소화제, 용매, 세척제, 가공 보조제, 살충제, 에어로졸 등을 사용하여 오존층 파괴물질을 위법으로 사용하는 경우, 불법소득 징수 및 벌금 등 처벌 규정 강화 • (벌금인상) 처벌 강화 및 처벌 유형 개선으로 위법행위에 대한 벌금 인상. 일부 위법행위에 대해 시정 또는 영업정지를 명령하는 처벌 강화
2024.4.	전인대	「제14차 전인대 대표 상무위원회 9차 회의」	<ul style="list-style-type: none"> • (주요 오염물질 배출농도 안정적 유지) 2023년 지급 이상 도시 PM2.5, PM10, NO2, SO2, O3 6대 주요 오염물질 평균농도 지난 4년간 ‘환경 대기질 표준’ 2급 표준 요구사항 충족

자료 : 생태환경부 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

○ 생태환경부 오존오염방지 공견전 행동방안 발표

- (정책발표) 2022.11월, 생태환경부 등 15개 부처에서 오존오염 방지를 위한 「오존오염방지 공견전 행동방안(臭氧污染防治攻坚行动方案)」(이하 ‘행동방안’)을 정책을 발표함
- (주요내용) 2025년까지 PM2.5와 오존 공동 처리에 대한 긍정적 결과 달성 및 국가 오존 농도 증가 추세 억제, 전국 대기질 양호일 비율 87.5% 도달, VOCs·NOx 배출총량 2020년 대비 각각 10% 이상 저감 등을 언급함
 - (중점조치) 그중, 오존오염방지 및 통제를 위한 주요 조치는 오존오염의 전구체인 VOCs, NOx 저감 강화를 추진함
 - 특히 청정에너지로 대체 촉진, 석유화학·화학공업·산업도장·포장 및 인쇄 등 중점 배출산업에 대한 오염물질 배출관리를 강화함
 - (핵심지역) 징진지 및 주변지역, 장강삼각주, 분위평원을 국가 오존오염 방지 및 통제 핵심지역으로 설정함
 - 그중, 주강삼각주, 성투지역(成渝地区, 중국 서남지역인 사천성 성도시 및 중경시 사이의 지역), 장강 중류 도시 및 기타 오존 배출표준 초과 도시는 국가의 지도하에 오염방지를 수행하도록 요구함

○ 동 행동방안 중점 조치내용

< 행동방안 중점 조치내용 >

구분	주요내용
VOCs 함유한 원료 및 보조재 원천 대체 추진	<ul style="list-style-type: none"> · (VOCs 저함유된 원료 및 보조재 대체 촉진) 모든 지역의 용제 기반 코팅, 잉크, 접착제 및 세척제 사용기업은 저함량 VOCs 원료 및 보조재에 대한 계획 수립 요구. VOCs 제품 표준 시스템 개선으로 VOCs 함량이 낮은 제품 식별 시스템 구축 추진 등

구분	주요내용
<p>VOCs 함유한 원료 및 보조재 원천 대체 추진</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (VOCs 함유 원료 및 보조재 표준달성 관련 검사강화) 도료, 잉크, 접착제, 세척제의 VOCs 함량 제한 표준 엄격히 시행요구. 제품생산, 판매, 사용에 대한 VOCs 함량제한 이행 관리감독 강화. 오존 발생률이 높은 계절 검사빈도 향상 등
<p>VOCs 오염처리 표준달성 관련 행동방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (저효율 VOCs 처리시설 정비실시) VOCs 처리시설 장부를 분류하여, 처리기술, 처리능력, VOCs 배출특성, 성분 등 적합성 분석 실시. 단일 저온 플라즈마, 광산화, 광촉매, 비수용성 VOCs 배출에 대해 단일 스프레이 흡수 등 처리기술로 안정적 처리 추진. 표준 충족할 수 없는 경우, 시설 개조 촉진하여 안정적인 배출 보장 추진 등 · (무조직 VOCs 배출규제 강화) 모든 지역에 대해 VOCs 함유 물질의 저장, 운송, 설비, 파이프라인 구성요소, 액체표면 개방 및 무조직 배출 관련 내용을 종합적 조사 및 표준 요구사항 未충족시, 시정요구. 조사내용은 석유화학, 석탄화학, 제약, 살충제 등 산업은 저장 탱크 부품 고장, 적재, 오수처리 및 수집효과 열악, LDAR 표준 등 중점 · (기름류 제품 VOCs 종합관리·통제 추진) 모든 지역에 오염물질 배출 표준 준수를 보장하기 위해 최소 1년에 한번 저장, 운송, 판매채널의 석유·가스회수 시스템에 대한 특별 검사 실시. 2024년 1월부터 1만t 규모 이상 유류 정박지의 부두 및 총 8,000t 이상 유조선 국가 표준에 따라 석유·가스회수 관리 강화 등
<p>NOx 오염처리 관련 행동방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> · (비효율적 탈질시설 정비추진) 탈황·탈질 통합, 습식 탈황, 미생물 탈질, 기타 처리 공정에 대한 무작위 검사를 통해 표준을 충족하지 못하는 경우, 시정 촉구. 개조가 어려운 시설에 대해 전기보일러 또는 가마로 전환 촉진 요구. 저질소 연소, SCR, SNCR, 활성 코크스 등 성숙단계 기술사용 권장 등 · (중점산업 초저배출 개조추진) 2025년까지 중점지역의 석탄보일러 및 기타 지역의 65t/h 이상 석탄보일러 초저배출 개조 추진. 전국 철강 생산능력 80% 이상 초저배출 전환 완료된 것으로 파악, 시멘트 및 코크스 산업에 대한 초저배출 전환 전면 추진 등 · (공업용 보일러·용광로 개조추진) 바이오매스 보일러의 NOx 배출 농도 안정적 배출을 위해 고효율 탈질시설 설치 요구. 2025년까지 가스보일러 저질소 연소 개조 실시, 핵심 부품의 품질 엄격한 관리 및 가스 재순환 시스템 개폐 밸브 제거 촉진, 유지보수 강화. 오존 오염이 심각한 지역 실제 상황에 따라 배출표준 강화 권장 등

구분	주요내용
오존오염 정밀방지 체계 구축 관련 행동방안	<ul style="list-style-type: none"> · (과학기술 지원강화) 중점지역의 오존 공급원 분석 강화. 주강 삼각주 지역에 대한 장기 오존예방 및 공동 대응 시범 프로젝트 추진. 저함량 VOCs 원료 및 부자재 연구개발 촉진 등 · (모니터링 시스템 개선) 전국 지급 이상 도시 대기환경 비메탄 총탄화수소(NMHC) 모니터링 실시 및 오존 표준 초과 도시 VOCs 성분 모니터링 추가 설치 요구. 광화학 제품 및 요도체 관측 시스템 구축 추진, 시스템 최적화 추진, 중점 산업단지의 VOCs 모니터링 강화 등 · (하절기 오존오염 공동예방·통제실시) 하절기 중점지역은 10일 이상 지속적 예보 가능한 오존오염 방지 시스템 구축. 지역별 통일된 오존오염 조기경보 표준 및 대응조치 수립 등

자료 : 생태환경부 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

○ 최근 오존층 파괴물질 관리조례 개정안 발표

- **(정책발표)** 2024.1월, 중국 생태환경부는 「오존층 파괴물질 관리조례 (消耗臭氧层物质管理条例)」 개정 관련 기자회견을 개최하여, 정책 개정안을 발표함
- **(개정안 발표시기)** 동 관리조례는 2010년 국무원 최초로 오존층 관련 정책으로 발표되었으며, 2018년 제1차, 2023년 제2차로 개정되어, 2024.3월부터 시행됨
- **(주요내용)** 2010년 「오존층 파괴물질 관리조례」 제정 후, 오존층 파괴 물질 생산, 사용, 판매, 재활용, 수출입 및 기타 관리조치를 명확히 규정하고, 전체 산업사슬의 관리시스템을 구축함
- **(개정배경)** 오존층 파괴물질 관리 강화는 오존층과 생태환경 보호 및 기후 변화에 대응하기 위한 중요한 조치임. 중국은 1991년 몬트리올 의정서 가입 후 국제협약의 의무 이행·통제물질 제거를 위해 녹색 및 저탄소 대체하도록 적극 추진하고 있음

- (국제협약) 2016.10월, 의정서 제28차 당사국 총회는 ‘오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서’ 기갈리 수정안*을 발표함. 2021.4월, 중국 지도부는 중국이 기갈리 수정안을 수용하기로 결정하면서, 동년 9월 기갈리 수정안이 중국에 공식적으로 발효됨

※ 기갈리 수정안(Kigali Amendment)

- (주요내용) 2016년 르완다 수도 키갈리에서 열린 제28차 몬트리올 의정서 당사국 총회에서 향후 30년 간 온실가스 주요성분인 수소불화탄소(HFC) 생산 및 사용을 80% 이상 감축하는 기갈리 수정안이 제정되었으며, 137개국이 서명함

* 출처 : ESG경제 보도자료 발췌

- (정책강화) 동 조례 개정은 오존층 파괴물질 관리 강화, 국제협약 의무 수행을 위해 HFCs를 「중국 오존층 파괴물질 목록」에 포함시켜 관리감독을 강화하는 계기가 됨
- (관리강화) 기존 조례는 국무원 생태환경 주관부서에 오존층 파괴물질 사용단위(국가기관, 국영기업 등)가 할당량 사용 허가증을 신청할 필요가 없었지만, 허가증을 받지 않은 사용단위에 대한 관리감독이 명확하지 않은 단점이 있음. 이러한 점을 고려하여, 동 조례를 개정하여 관리감독 강화를 추진함
- (무해화처리) 생산과정에서 오존층 파괴물질을 생성하는 사업단위에 대해 규정에 따라 무해화 처리하도록 요구하며, 직접 배출을 금지함
- (모니터링 강화) 오존층 파괴물질 생산·사용량은 사업단위는 자동 모니터링 설비를 설치하도록 규정함. 또한 각 시 생태환경 주관부서 실시간 모니터링 확인이 가능하도록 하며, 데이터의 조작을 엄격히 금지함
- (처벌강화) 냉매, 발포제, 소화제, 용매, 세제, 보조제, 에어로졸, 팽창제 등 오존층 파괴물질을 불법적으로 사용하는 경우, 불법소득 몰수 및 벌금 등의 처벌을 규정함
- (벌금인상) 불법행위에 대한 벌금을 인상하고, 일부 불법행위에 대해 시정 또는 영업정지를 명령하도록 처벌을 강화함

참고1 중국 오존층 파괴물질 관리조례 개정내용⁸⁾

○ 개정내용

구분	주요내용
제2조	<ul style="list-style-type: none"> 오존층 파괴물질은 「중국 오존층 파괴물질 목록」에 포함된 화학물질을 의미. 동 목록은 국무원 생태환경 부서에서 공식화 및 조정하여 발표함
제4조	<ul style="list-style-type: none"> 오존층 파괴물질 관리는 중국 지도부의 의견과 국가 발전 노선, 정책, 의사 결정 및 배치를 관철하여 수행하도록 함. 국무원 생태환경 주무부서는 오존층 파괴물질의 국가 관리감독을 책임지며, 상무 주무부서, 세관총서 및 기타 관련 부서는 동 규정에 책임에 따라, 오존층 파괴물질 관련 관리감독 책임을 담당함. 지방 인민정부 생태환경 주무부서 및 상무부서 등 관련 부서는 본 조례의 규정과 책임에 따라 행정구역의 오존층 파괴물질에 대한 관리감독을 책임지도록 함
제5조	<ul style="list-style-type: none"> 제1항, 국가가 제거한 오존층 파괴물질을 기존 항에 규정한 용도로 사용하는 것을 금지함 제3항, 국무원 생태환경 주무부서는 관련 부서와 함께 「중국 오존층 파괴물질 관련 몬트리올 의정서 이행에 관한 국가 방안」을 수립하고, 국무원에 보고 및 승인 후 시행함으로 수정함
제17조	<ul style="list-style-type: none"> 다음과 같은 사업단위는 국무원 생태환경 주무부서의 규정에 따라 등록 절차를 거치도록 함 <ol style="list-style-type: none"> 오존층 파괴물질 판매기업 오존층 파괴물질을 함유한 냉동설비 및 시스템 또는 소화 시스템의 유지보수, 폐기와 같은 사업 활동에 종사하는 기업 오존층 파괴물질 회수, 재활용 관련 기업 국무원 생태환경 주무부서가 규정한 오존층 파괴물질을 사용할 필요가 없는 기업
제19조	<ul style="list-style-type: none"> 제3항, 오존층 파괴물질의 재활용, 파괴 관련 사업활동에 종사하는 단위, 생산 과정에서 부가적으로 오존층 파괴물질을 생성하는 기업은 국무원 생태환경 주무부서의 규정에 따라 오존층 파괴물질을 무해화 처리하도록 하며, 직접 배출을 금지함
제20조	<ul style="list-style-type: none"> 제2항 오존층 파괴물질 생성·사용기업은 생산과정에서 오존층 파괴물질 관련 모니터링 데이터의 신뢰성과 정확성을 보장하고, 모니터링 설비의 정상 작동을 보장하도록 함

8) 중국환경뉴스브리핑(CEB) Vol.183 발췌

구분	주요내용
제30조	<ul style="list-style-type: none"> • 생산할당 및 허가 없이 오존층 파괴물질을 생산하는 경우, 현지 생태환경 주무 부서는 생산을 중지하고 위법으로 오존층 파괴물질을 생산하는 데 사용된 원료 및 위법소득을 몰수하고, 오존층 파괴물질의 위법생산에 사용된 설비·시설을 철거하도록 명령함. 동 사항을 위반한 경우, 100만~500만 위안(약 1.9억 원~9.5억 원)의 벌금을 부과함
제31조	<ul style="list-style-type: none"> • 오존층 파괴물질을 사용하기 위해 할당량 허가를 신청해야 할 기업이 할당량 신청 없이 사용하거나 규정 위반으로 오존층 파괴물질을 냉매, 발포제, 소화제, 용매, 세척제, 살충제, 에어로졸 및 기타 용도로 사용하는 경우, 현지 생태환경 주무부서는 위법행위를 중지하도록 명령하고 위법소득 몰수, 20만 위안~50만 위안(약 3,800만 원~약 9,500만 원)의 벌금을 부과함
제32조	<ul style="list-style-type: none"> • 오존층 파괴물질 생산·사용기업은 다음중 하나를 위반할 경우, 성·자치구·직할시 인민정부 생태환경 주무부서가 불법생산 및 사용 오존층 파괴물질, 오존층 파괴물질 위법사용으로 생성된 제품 및 위법으로 인한 소득을 몰수하고, 10만 위안~50만 위안(약 1,900만 원~약 9,500만 원)의 벌금을 부과함. 또한 생산·사용할당량을 줄이고 심각한 상황인 경우 50만~100만 위안(약 9,500만 원~약 1.9억 원)의 벌금을 부과하고, 국무원 생태환경 주무부서에 보고하여 생산 및 사용할당량 허가를 취소함 (1) 오존층 파괴물질을 생산 할당량 허가서에 명시된 품목, 수량, 기간을 초과하여 생산하는 경우 (2) 오존층 파괴물질을 생산 할당량 허가증에 명시된 목적을 초과하여 생산 또는 판매하는 경우 (3) 오존층 파괴물질을 사용 할당량 허가증에 명시된 다양성, 수량, 용도, 기간을 초과한 경우
제34조	<ul style="list-style-type: none"> • 오존층 파괴물질 생산·사용기업이 오존층 파괴물질 누출 및 배출방지 또는 감소를 위한 조치를 취하지 않은 경우, 현지 생태환경 주무부서는 시정명령 및 5만 위안~10만 위안(약 950만 원~약 1,900만 원)의 벌금을 부과함. 시정명령을 거부할 경우, 10만 위안~50만 위안(약 1,900만 원~약 9,500만 원)의 벌금을 부과하고, 국무원 생태환경 주무부서에 보고하여 생산·사용 할당량을 줄임
제35조	<ul style="list-style-type: none"> • 오존층 파괴물질을 함유한 냉동설비, 냉동시스템, 소화시스템의 유지보수, 폐기 처리 등 사업활동에 종사하는 기업이 규정에 따르지 않은 오존층 파괴물질 회수, 재활용 및 폐기하는 기업에 제대로 인계되지 않을 경우, 현지 생태환경 주무 부서는 시정명령하고, 5만 위안~20만 위안(약 950만 원~약 3,800만 원)의 벌금을 부과함. 시정명령을 거부할 경우, 생산중지를 명령함

구분	주요내용
제36조	<ul style="list-style-type: none"> • 생산과정에서 오존층 파괴물질을 부수적으로 생성하는 기업이 규정에 따라 오존층 파괴물질을 무해화처리 하지 않고 직접 배출하는 경우, 현지 생태환경 주무부서에서 시정명령하고, 10만 위안~50만 위안(약 1,900만 원~약 9,500만 원)의 벌금을 부과함. 시정명령을 거부할 경우, 생산중지를 명령함
제38조	<ul style="list-style-type: none"> • 오존층 파괴물질을 생산·사용·생산과정에서 오존층 파괴물질을 생성하는 부수적 단위를 추가함. 규정에 따라 모니터링 설비를 설치하지 않거나 생태환경 주무부서와 未연동, 정상적인 작동을 보장하지 않는 경우, 2만 위안~20만 위안(약 380만 원~약 3,800만 원)의 벌금을 부과함. 시정명령을 거부할 경우 영업중지를 명령함
제39조	<ul style="list-style-type: none"> • 제2항 사기, 뇌물 등 부정한 방법으로 오존층 파괴물질 수출입 할당량, 수출입 승인서, 허가증 등을 취득한 자를 추가하고, 국가 오존층 파괴물질 수출입 관리기관과 국무원 상무 주무부서는 수출입 승인서 및 허가증을 취소함 • 수출입 승인서 및 허가서가 취소된 경우, 3년 동안 재신청이 불가하며, 현지 생태환경 주무부서는 10만 위안~50만 위안(약 1,900만 원~약 9,500만 원)의 벌금을 부과함
제40조	<ul style="list-style-type: none"> • 생태환경 주무부서 또는 기타 부서의 관리감독을 거부하거나 방해할 경우, 2만 위안~20만 위안(약 380만 원~약 3,800만 원)의 벌금을 부과하고, 시정명령을 거부할 경우, 공안기관은 법에 따라 형사책임을 추궁함
제41조	<ul style="list-style-type: none"> • 동 조례의 규정을 위반하여 행정처분을 받은 자는 관련 국가 규정에 따라 신용정보에 기록되고 대중에게 공개하는 조항을 추가함
수정사항	<ul style="list-style-type: none"> • 제6조, 제7조, 제12조, 제14조, 제22조 환경보호 주관부서 및 제25조, 제26조, 제27조 현금 이상 인민정부 환경보호 주관부서를 생태환경 주관부서로 변경 • 제28조 국무원 환경보호 주무부서를 국무원 생태환경 주무부서로 변경, 현금 이상 인민정부 환경보호 주무부서를 지방 인민정부 생태환경 주무부서로 변경 • 제29조 현금 이상 인민정부 환경보호 주무부서를 지방 인민정부 생태환경 주무부서로 변경 • 제34조 소재지 현금 이상 인민정부 환경보호 주무부서를 소재지 생태환경 주무부서로 변경. 국무원 환경보호 주무부서를 국무원 생태환경 주무부서로 변경 • 제38조 지방 현금 이상 인민정부 환경보호 주무부서를 지방 생태환경 주무부서로 변경 • 제8조 국무원 환경보호 주무부서를 국무원 생태환경 주무부서로, 제10조 출입국 검사검역기관을 세관으로, 국무원 환경보호 주무부서를 국무원 생태환경 주무부서로 수정

자료 : 생태환경부 등 자료를 바탕으로 KEITI 중국사무소 정리

② 중국 오존오염방지 주요 지역별 정책동향⁹⁾

○ 중국 대기질 크게 향상되었지만 최근 오존오염 급부상

- (배출통제) 2022년 생태환경부 등 15개 부처가 공동으로 「중오염 날씨 제거, 오존오염 방지 및 디젤 화물차량 오염처리 공견전 행동방안(深入打好重污染天气消除、臭氧污染防治和柴油货车污染治理攻坚战行动方案)」을 발표하면서 2025년까지 VOCs, NOx 총배출량 2020년 대비 10% 이상 감소를 요구함
- (중점조치) ▲VOCs 함유한 원료 및 부자재 원천 대체 추진, ▲VOCs 오염관리 표준달성 행동방안 추진, ▲NOx 오염관리 개성 행동방안 촉진, ▲오존 정밀예방 및 통제체계 구축, ▲오염원에 대한 관리감독 강화 등 크게 5가지로 분류됨

○ 광둥성, 2023.2월 「광둥성 오존오염방지 실시방안」 발표

- (주요목표) 2025년까지 省 주요 대기오염물질 배출총량 국가 요구사항 충족 및 600개 이상 고정 배출원 NOx 저감 프로젝트 추진, 1만 개 이상 VOCs 저감 프로젝트 추진, 2,000개 이상 이동원 관리 프로젝트 추진 등을 발표함
- (초저배출 개조촉진) 2025년까지 철강산업은 초저배출 전환 완료를 촉진 하며, 이미 초저배출 개조를 완료한 기업은 장기적으로 관리감독을 강화 하도록 추진함. 또한 전 성의 시멘트(클링커) 제조업체와 독립 분쇄지점 역시 초저배출 개조를 완료하도록 요구함
- (성숙기술 사용장려) 저질소 연소, SCR, SNCR, 활성 코크스 등과 같은 성숙도가 높은 기술사용을 장려함

9) 阳曲环保发布(2023.10.10.), ‘臭氧污染受重视, 各地都有哪些治理“绝活”?’ (검색일 : 2024.9.21.)

- 사천성, 2023.4월 「사천성 중오염날씨 제거, 오존오염방지, 디젤차 오염 방지 공견전 실시방안」 발표
 - (주요목표) 2025년까지 전省的 65t(스팀톤)/d 이상 석탄보일러(전력산업 포함) 초저배출 개조 완성을 요구함. 또한 전省的 철강 생산능력 중 80% 이상 초저배출 개조를 촉진함
 - (초저배출 개조) 화력발전, 철강, 시멘트, 코크스 등 중점산업에 대해 초저배출 개조 촉진과 유리, 벽돌, 세라믹 등 산업의 오염물질 배출총량에 대해 심층적으로 관리 감독을 강화함
- 하남성, 2023.4월 「하남성 추·동절기 중오염날씨 제거, 하절기 오존오염 방지 및 디젤차 오염방지 공견전 행동방안」 발표
 - (주요목표) 2025년까지 전省的 VOCs, NOx 배출총량을 2020년 대비 각각 10% 이상 감소를 추진함.
 - (원천대체) VOCs 함유한 원료 및 부자재의 원천 대체 촉진, VOCs 오염 관리 표준 달성 등 조치를 강화하여, VOCs 함량이 낮거나 없는 원료 및 부자재로 대체 가속화를 추진함
 - (오염통제) 석유화학, 화학공업, 공업 도장, 포장 및 인쇄 등 핵심 산업과 기름 저장, 운송, 판매 등 분야의 VOCs 관리를 강화하고, 보일러, 스토브 및 이동원의 NOx 배출 저감을 강화함
- 강소성, 2023.6월 「강소성 중오염날씨 제거, 오존오염방지 및 디젤차 오염방지 공견전 행동방안」 발표
 - (주요목표) 2023년 말까지 철강산업의 전 공정에 대한 초저배출 및 모니터링 개조 전면 완료를 추진함. 또한 2025년까지 시멘트, 코크스 산업 전 공정에 대해 초저배출 개조와 모니터링 업그레이드를 촉진함
 - * 강소성은 주요 경제지역뿐 아니라, 화학 및 철강기업이 집중되어 있어, 국가의 오염물질 배출감소에 대한 영향을 많이 받는 지역 중 하나임

III 시사점 및 결론

1 향후전망¹⁰⁾

○ 전구체 배출 감소 추진을 통한 오존오염방지 추진 가속화

- (대기질 개선) PM2.5가 점차 개선되면서, 현재 중국 대기질의 중점 지표는 오존오염 통제로 향후 대기 정책 역시 강화될 것으로 보임
- (오염통제) 오존오염이 심각한 지역은 VOCs 및 NOx 동시에 처리할 수 있는 조치가 필요함. 현재 중국의 주요 지역의 VOCs 오염통제는 지속적으로 강화추세를 보일 것으로 전망됨
- VOCs 배출을 원천 통제하여, 오존의 전구체인 VOCs 저감을 더욱 가속화해야 할 것으로 보임. 또한 VOCs 배출 저감은 장기적으로 중국의 ‘더블 탄소(2030년 탄소배출 정점 및 2060년 탄소중립)’ 실현의 핵심 조치인 오염통제 중 하나로, 오존오염의 근본적인 개선이 필요할 것으로 보임

○ 대기 산화 조절 기반 VOCs 및 NOx 동시 처리 기술 수요 확대 전망

- (오염처리) 중국의 오존 및 PM2.5 오염 공동 예방 및 통제의 핵심은 대기 산화조절을 위한 VOCs, NOx 배출 저감임. 최근 몇 년 동안 중국 오존 농도는 비교적 높은 편에 속하며, 지역별 오존오염은 여전히 심각함
- (VOCs 배출저감) 각 도시 및 산업단지는 VOCs 배출저감에 중점을 두는 전략 수립이 필요함. 특히 오존오염이 가능한 빨리 감소추세에 진입하도록 오염물질 배출저감을 위한 기술개발을 촉진시킬 것으로 전망됨
- (수요확대) 특히, 오존오염이 심각한 지역에서 오염물질 배출 저감을 위한 기술도입이 가속화될 것으로 보이며, 이에 따른, VOCs 및 NOx 처리기술 수요가 확대될 것으로 전망됨

10) 赣州市赣县生态环境局, 2024.9.25.), ‘蓝皮书解读第六期 | 中国大气臭氧污染防治蓝皮书(2023年), 总结与展望’, (검색일 : 2024.10.08)

○ VOCs 처리 및 관리강화 촉진

- (처리단계) 중국 VOCs 처리는 ‘원천대체(源头替代)-공정제어(过程控制)-최종처리(末端减排)’를 결합한 기술개발을 통해 처리산업 구조전환을 추진 중임. 하지만 동 기술의 적용범위 광범위하지 않은 상태임
- (총량제어) 현재 VOCs 처리는 대기질 개선을 지침으로 하는 VOCs 배출 감소, 처리기술에 대한 관리감독 체계가 아직은 부족한 것으로 보이며, 보다 과학적이고 효과적인 VOCs 총량제어 및 지원 기술 시스템 구축이 시급한 것으로 파악됨

○ 오존오염방지 관련 과학적 평가체계 구축 촉진

- (현행체계) 현재 중국이 채택하고 있는 오존오염 평가는 여전히 PM2.5 위주로 평가되고 있음. 하지만 PM과 오존은 오염원인, 특성이 분명한 차이를 보이고 있기 때문에 현행체계에서는 오존오염방지 효과를 객관적으로 평가하기 쉽지 않은 상황으로 체계 개선이 필요할 것으로 보임
- (오존농도 배출체계 개정) 오존 농도는 기상조건의 영향을 크게 받음. 단기적으로 전구체 배출감소 효과는 오존농도 변화로 평가하기 어려워, 기상조건에서의 영향을 최대한 완화해야 함. 이에, 장기적인 오존농도 추세 평가 시스템 구축을 가속화할 것으로 전망됨
- 특히, 국가차원의 광화학 산화제 농도 개선과 도시 전체 오존농도 및 배출총량을 결합한 평가시스템 구축을 촉진하고 있는 상황임

○ ‘국가-지방-도시’ 3단계의 오존오염방지 체계 구축 촉진

- (체계구축) 국가차원의 오존오염방지 행동계획을 지역별로 더욱 강화하여, 오존오염 중점지역에서 타 지역으로 확산되는 것을 방지하도록 규정함. 이에 따라, ‘국가-지방-도시’ 3단계의 오존오염방지 계획 및 통제체계가 강화될 전망임

- (국가측면) 체계적인 계획·지도 강화, 국가 오존오염방지·통제시스템의 최상위 설계, 오존오염방지 장기 계획·행동강령 등을 수립하여, 지역 간 차이를 고려하고, 현지 상황에 따라 오존오염방지 및 통제업무 할당, 과학적 평가시스템 구축이 가속화될 것으로 보임
- (지방측면) 오존오염방지 메커니즘 개선, 대기 중 오염과정에 대한 비상 계획 수정, 오염물질 공동 대응, VOCs 배출감소 강화를 추진함. 에너지 및 교통 산업 등 오존오염 발생이 높은 분야의 중점 프로젝트에 대한 정보 공유로 오존오염을 사전에 대비할 수 있도록 준비가 필요할 것으로 보임
- (도시측면) 전구체 배출감소 보장을 위한 정책을 시행하도록 함. 전구체 및 배출원의 관리감독, 오염물질 추적 시스템 개선, 배출감소 효과에 대한 평가 가능성을 향상시킬 것으로 기대됨

※ 참고자료

- 1) 科普中国(2024.9.16.), 轰动一时的“臭氧层空洞”, 现在到底怎么样了?
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1810348987399341098&wfr=spider&for=pc>
- 2) 科学出版社(2024.4.21.), 《中国大气臭氧污染防治蓝皮书(2023年)》执行摘要
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1796904342883434509&wfr=spider&for=pc>
- 3) sohu(2023.4.10), 臭氧治理的4种有效方法和技术
https://www.sohu.com/a/665270963_120791676
- 4) 福赛生物官方(2024.8.31.), PM2.5与臭氧为什么要协同治理? 听听院士怎么说
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1808912708515129623&wfr=spider&for=pc>
- 5) 生态环境部(2023.1.28.), 生态环境部公布2022年12月和1—12月全国环境空气质量状况
https://www.mee.gov.cn/ywdt/xwfb/202301/t20230128_1014006.shtml
- 6) 生态环境部(2024.1.25.), 生态环境部公布2023年12月和1—12月全国环境空气质量状况
https://www.mee.gov.cn/ywdt/xwfb/202401/t20240125_1064784.shtml
- 7) 中国环境(2022.11.18.), 《臭氧污染防治攻坚行动方案》
<https://res.cenews.com.cn/hjw/news.html?aid=1018839>
- 8) 阳曲环保发布(2023.10.10.), 臭氧污染受重视, 各地都有哪些治理“绝活”?
https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzU2MjM2ODcxNw==&mid=2247521614&idx=8&sn=288ecf598913652853ef77fbf926dc9c&chksm=fc684ceccb1fc5fa02838352a2b42fcce1ba89cafe5df4765157746ca73a5ec151d592cd94be&scene=27