

# SEOUL BEIJING

서울-베이징 기후환경정책 3차 공동연구 보고서

## 2025



서울-베이징 기후환경정책  
3차 공동연구 보고서  
2025

---

주저자 | Yuan Yuan

공동저자 | 이경민

편집자 | Siqiao Yuan

기여자 | Xiaoqian Zhou, 김예진

---

**감사의 글**

본 연구는 이클레이 동아시아본부에서 수행되었습니다. 본 보고서에 표현된 견해는 전적으로 저자들의 의견이며, 각 정부의 공식 입장을 반드시 반영하는 것은 아닙니다.

---

# 목 차

<b>개요서</b>	<b>04</b>
<hr/>	
<b>서울</b>	<b>06</b>
<hr/>	
<b>1. 배경</b>	<b>07</b>
<hr/>	
<b>2. 정책분석</b>	<b>09</b>
2.1 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 정책 및 규제 체계의 변화	09
2.2 정책 체계와 관리 조치	09
<hr/>	
<b>3. 사례연구:</b>	
<b>비규제 배출원에서의 VOCs 배출 저감 확대</b>	<b>14</b>
<hr/>	
3.1 배경과 목표	14
3.2 추진수단	14
3.3 정책성과	15
<hr/>	
<b>4. 정책제안</b>	<b>17</b>
<hr/>	
참고문헌	18

<b>베이징</b>	<b>20</b>
<hr/>	
<b>1. 배경</b>	<b>21</b>
<hr/>	
<b>2. 정책분석</b>	<b>23</b>
2.1 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 정책 및 규제 체계의 변화	23
2.2 정책 체계와 관리 조치	23
<hr/>	
<b>3. 사례연구:</b>	
<b>자동차 정비 산업 클러스터 VOCs 이동 측정</b>	<b>31</b>
<hr/>	
3.1 배경과 목표	31
3.2 추진수단	31
3.3 정책성과	33
<hr/>	
<b>4. 정책제안</b>	<b>34</b>
<hr/>	
참고문헌	35

# 개요서

## 서울-베이징 기후환경정책 공동연구

2013년 서울시는 베이징시와 교류·협력 내실화를 위해 서울-베이징 통합위원회를 설립하였다. 이후 2015년에 양 도시는 협력 범위를 환경 분야로 확대하여 통합위원회 산하에 환경팀을 설립하여 대기질 개선과 기후변화 대응 부문에서의 협력을 한 단계 강화하였다.

이클레이 동아시아본부는 2019~2021, 2021~2022년 두 차례에 걸쳐 서울-베이징 기후환경 정책 공동연구 사업을 지원하였다. 1차 공동연구는 두 도시의 친환경 보일러 보급 정책, 차량공해저감, 비산먼지 저감, 미세먼지 계절관리제 등 대기질 개선 정책을 비교·분석하였다. 2차 공동연구는 주제를 확대하여 에너지·건물·교통 부문의 기후변화 대응 정책을 다루어 대기질 개선과 온실가스 배출 저감의 통합관리 중요성을 강조하였다. 두 차례의 공동연구를 통해 서울시와 베이징시는 대기질 개선 및 친환경 저탄소 전환을 위한 노력과 성과를 체계적으로 검토하였으며, 이는 협력 기반을 견고히 다지는 계기가 되었다.

지난 십 수년간 서울시와 베이징시는 ‘맑은 서울2010’, ‘더 맑은 서울 2030’, ‘푸른하늘보위전’ 등 다양한 정책과 과감한 실행을 통해 대기질 개선 분야에서 눈에 띄는 성과를 거두었으며, 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>), 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 이산화황(SO<sub>2</sub>) 등의 농도가 크게 감소했다. 이러한 성과와 앞선 두 차례 연구를 바탕으로, 3차 공동연구에서는 양 도시의 VOCs 관리 정책을 다루고자 한다. VOCs는 현재 서울시와 베이징시의 대기오염 부문에서 시급한 현안이다.

## VOCs와 영향

VOCs는 높은 증기압과 낮은 수용성을 지닌 다양한 유기화합물질로 상온에서 쉽게 기화되어 대기로 방출되는 특성을 가진다. VOCs는 주로 인간 활동에 의한 배출원에서 발생하며, 주요 배출원은 석유화학 정제, 화학제품 제조, 도장 작업 등의 산업 공정이다. 휘발성 용제가 포함된 원료를 사용하면서 발생되거나 공정 중 부산물로 배출된다. 자동차 배출가스도 화석연료의 불완전 연소와 휘발유 증발로 인한 VOCs 주요 배출원이다. 이와 더불어 가정용, 상업용 제품에서 광범위하게 사용되는 용제 역시 상당한 양의 VOCs를 배출한다. 대표적으로 세정제, 접착제, 바니시, 네일 및 헤어 제품 등 생활소비재가 이에 해당된다.

VOCs는 대기 중에 배출되면 NO<sub>x</sub>와 복잡한 광화학 반응을 일으켜 지표면의 오존(O<sub>3</sub>)과 2차 유기에어로졸을 형성한다. 이러한 반응은 도시와 산업화 지역의 대기질이 악화되는 핵심 원인으로 작용하며, 기후온난화에도 간접적으로 기여한다. VOCs와 기타 대기 성분 간의 상호작용 관계는 매우 복잡하여 이를 효과적으로 관리하기 위해서는 과학적 근거에 기반한 정책 개입이 필요하다.

더 나아가, VOCs가 인체 건강에 미치는 부정적 영향을 간과해서는 안 된다. VOCs와 화학 반응을 통해 생성된 물질을 흡입할 경우 발암 위험을 높이고, 천식, 기관지염 등 호흡기 질환을 악화시킬 수 있기 때문이다. 특히 어린이와 노년층은 이러한 영향에 더욱 취약하다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 VOCs 배출 모니터링 기술, 산업 공정의 고도화와 규제 체계 구축 등 VOCs 배출 저감 및 관리에 대한 혁신적인 전략이 필요하다.

본 보고서는 서울시와 베이징시의 VOCs 관리 부문의 최신 정책과 실천 사례를 체계적으로 검토하는 것을 목표로 한다. 아래에는 관련 규제의 발전 과정, VOCs 관리 정책과 조치의 성과, 유사한 과제를 겪고 있는 기타 도시에게 참고가 될 만한 경험을 기록했다. 연구 결과가 향후 도시 간 협력 강화와 기타 대도시들의 정책 수립을 위해 유의미한 시사점을 제공할 것으로 기대한다.

# 서울시 Seoul

주저자 | Yuan Yuan

초안 작성자 | 이경민

편집자 | Siqiao Yuan

번역자 | 장지훈

본 편의 작성 과정에서 배경 자료 및 최신 데이터를 제공하고 기술적 자문을 지원한 서울특별시 기후환경본부에 감사의 말씀을 전합니다.



## 1. 배경

대한민국의 수도 서울시는 면적이 605.2km<sup>2</sup>에 약 960만 명이 거주하는 인구 밀도가 높은 대도시로, 문화·환경·복지·경제 등 모든 분야에서 세계 일류도시가 되는 것을 비전으로 삼고 있으며, 사람 향기가 가득한 따뜻한 도시, 자연을 담은 쾌적하고 편안한 녹색도시, 세계를 담은 활기찬 도시, 유구한 역사문화 도시를 추구하며 이를 위해 다양한 프로젝트를 추진하고 있다.

대기환경 측면에서 서울시는 고밀도 도시 개발과 급속한 산업화로 인한 대기질 문제에 대응하고자 지난 20년간 대기오염을 줄이고 예방하기 위한 다양한 정책을 추진해 왔다. 서울시의 대기질 개선 정책은 지속가능한 발전을 위해 통합적 접근 방식으로 유연하게 변화해왔다. 이러한 전환의 중요한 계기는 2003년 ‘수도권 대기환경개선에 관한 특별법’ 제정으로, 서울시와 인천시, 경기도를 포함하는 공동의 대기관리권역 구성을 촉진하는 기회가 되었다.

서울시는 대기질 개선 부문에서 다양한 현안을 해결하기 위해 노력해왔다. 2007년 ‘맑은서울 2010 계획’을 수립하고, 경유 시내버스를 압축천연가스(CNG) 차량으로 전량 전환하여 시내버스의 탈 경유화를 달성하고 노후 경유

차량에 대해 매연저감장치 부착사업을 본격 추진하는 등 이동오염원을 중점적으로 관리하였다. 2019년에는 한양도성 녹색교통지역 내 배출가스 5등급 차량의 상시 운행제한과 고농도 미세먼지 발생 시 노후 차량 운행제한 등 단시간 집중관리를 통해 농도를 완화하기 위한 **미세먼지 비상저감조치**를 도입하였으며, 2020년부터 매년 12월에서 이듬해 3월까지, 미세먼지 발생의 계절적 특성을 고려하여 공사장 특별 점검, 노후차 운행제한 등 ‘**미세먼지 계절관리제**’를 도입하여 시행 중에 있다.

서울시의 대기질 관리를 위한 노력은 이후에도 계속되어 지난 2022년에는 연평균 PM<sub>2.5</sub> 농도를 2030년까지 해외 주요도시 수준(13μg/m<sup>3</sup> 이하)으로 낮추는 것을 목표로 ‘**더 맑은 서울 2030**’을 발표하고 집중적으로 추진중이다.

이러한 서울시의 대기질 개선을 위한 노력은 가시적인 성과를 가져왔다. 2008년부터 2024년까지, 서울시의 연평균 PM<sub>2.5</sub> 농도는 26μg/m<sup>3</sup>에서 17.6μg/m<sup>3</sup>으로 지속 감소하여, 대기질 관측 이래 가장 낮은 수준을 기록하였다.

또한, 질소산화물(NO<sub>x</sub>), 황산화물(SO<sub>x</sub>) 등의 기타 오염물질도 꾸준히 감소하였는데, 이는 고정오염원과 이동오염원 전반에서 서울시의 노력과 개선 성과를

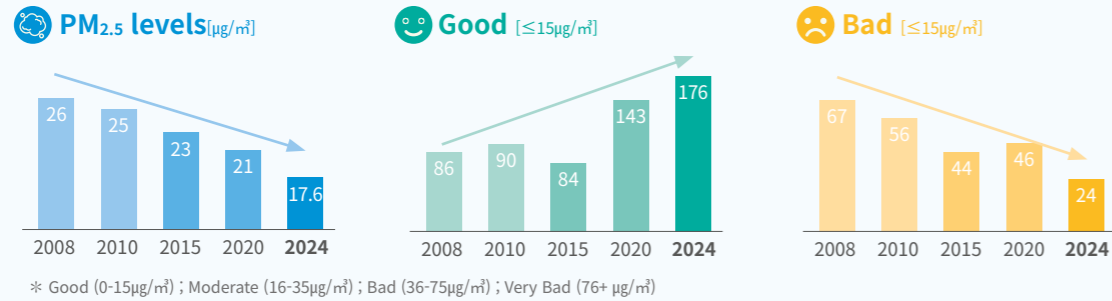


서울의 맑은 하늘

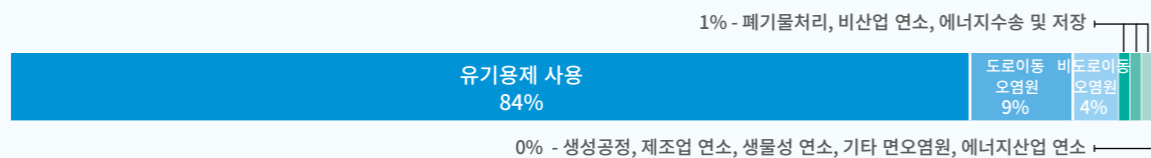


고농도 미세먼지 비상저감장치 출처 | 서울특별시

서울시 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 농도 변화 추이 2008-2024 출처 | 서울특별시



서울시 VOCs 배출원별 기여도 현황 출처 | 서울연구원



잘 보여주고 있다.

서울시의 PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> 등 주요 대기오염물질 농도가 지속적으로 개선되는 가운데 여름철 광화학 반응으로 인한 오존(O<sub>3</sub>)이 새로운 위협요인으로 떠오르고 있다. 오존의 저감을 위해서는 질소산화물(NO<sub>x</sub>) 저감 이외에도 휘발성유기화합물(VOCs)에 대한 집중 관리가 필요하다.

서울시 휘발성유기화합물(VOCs) 배출의 주요 원인은 유기용제 사용으로, 이는 서울시 전체 VOCs 배출량의 약 85%를 차지하며, 부산(77.8%), 인천(51.9%) 등 다른 주요 도시보다 훨씬 높은 수치이다. 산업 공정에서의 대규모 용제 사용뿐만 아니라, 세탁, 인쇄, 도장 등 소규모 용제 사용도 VOCs 배출에서 상당한 비중을 차지하고 있다. 소규모 사업장은 중구, 을지로, 세운지구 등 노후 주거지 중심으로 집중되어 있으며, 이 지역에는 인쇄, 금속 가공, 표면 처리, 세탁 등과 같은 업종이 밀집해 있다.

시기 별로 배출량이 증가하는 문제와 분산되어 있어 규제가 어려운 소규모 사업장 관리 문제를 해결하기 위해, 서울시는 고농도 지역 집중 점검, 중소기업 대상 저공해 장비 및 친환경 용제 지원, 저VOCs 제품의 산업 전반 확산 등 목표 지향적이고 계절 맞춤형 조치를 적극 추진하고 있다.

그 결과, 2018년부터 2022년까지 서울시의 VOCs 배출량은 73,118톤에서 54,677톤으로 25% 감소하였다.



을지로 인쇄 골목 출처 | 서울특별시

2. 정책분석

2.1 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 정책 및 규제 체계의 변화

그동안 서울시의 VOCs 관리 방식은 전반적인 산업 규제에서 지역별, 부문별 맞춤 전략으로 변화해왔다. 이러한 변화는 VOCs가 오존 생성에 미치는 영향, 인구 밀집 지역에서의 건강 문제, 다양하고 분산된 배출원을 효과적으로 관리해야 할 필요성 등 여러 요인이 반영된 결과이다.

이러한 전환을 통해 지역별 주요 배출원과 계절별 오염 급증 현상을 보다 효과적으로 대응할 수 있는 유연한 관리 체계의 기반을 마련했다.

기존 오염물질 배출관리에만 의존하는 것에서 서울시는 저VOCs 함유 제품 등 대체물질의 사용 장려, 계절관리 집중 대책 추진, 그리고 지역 맞춤형 점검·단속과 같은 예방적 전략으로 전환했다.

VOCs 관리 정책 변화 단계

1 단계	대형 산업 배출원 규제
1997-2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 조치 대기환경규제지역 지정, 주요 배출원(주유소, 세탁시설) VOCs 배출관리 의무화</li> <li>정책 전환 VOCs 오염에 수동적 대응 방식에서 감축 의무를 통한 능동적 배출 저감으로 전환</li> </ul>
2 단계	소규모 사업장으로 규제 범위 확대
2007-2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 조치 VOCs 규제 적용 범위 확대(인쇄, 건조 공정 등), 주유소 유증기 회수 설비 도입, 도료의 VOCs 함유 기준 신설</li> <li>정책 전환 대형 산업 중심에서 도시 내 소규모 배출원까지 규제 범위 확대</li> </ul>
3 단계	기준 강화 및 지역 기반 관리 강화
2017-현재	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 조치 저VOCs 제품 보급 확대, 생활 소비재 VOCs 관리제도 마련 추진 등</li> <li>정책 전환 사후 처리 중심에서 사전 예방 및 지역 기반 관리로의 전환</li> </ul>

2.2 정책체계와 관리조치

서울시는 체계적인 관리를 통한 구체적인 성과 달성을 위해 종합적인 실행 전략을 마련했다. 해당 전략은 계절관리 대책, 상시 조치, 역량 강화 프로그램이라는 세 가지 주요 축을 중심으로 구성되어 있고, 특히 고농도 오존 발생 빈도가 높은 5~8월을 포함하여 VOCs의 효과적 관리를 목표로 했다.

1) 계절관리대책(5~8월): 산업, 교통, 공사장 관리 조치

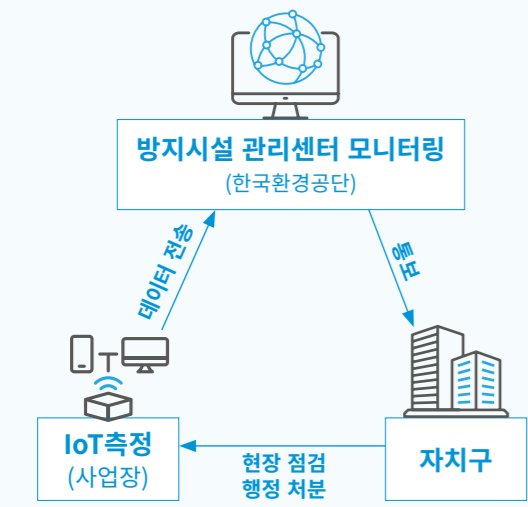
기온이 상승하면 다양한 이유로 VOCs 배출량이 증가하고 광화학 반응이 가속화되어 VOCs와 고농도 오존 발생이 빈번해진다. 이에 따라 서울시는 산업, 교통, 건설 세 주요 부문에서 VOCs 배출 저감과 오존 발생 저감을 위한 활동을 집중 추진하고 있다. 해당 조치는 배출이 집중되는 고위험 지역을 중심으로 엄격한 규제 정책과 함께 기술적·재정적 지원을 결합한 방식으로 이루어진다.

산업부문: 기술, 재정 지원을 통한 규제 및 비규제 VOCs 배출원 관리

중구와 강서구 같은 지역에서는 세탁소, 인쇄소, 자동차 정비업소 등 소규모 배출원이 VOCs 배출의 상당 부분을 차지하고 있다. 중소기업 상당수가 첨단 저감 시스템을 자체 도입할 역량이 부족한 점을 고려하여, 서울시는 규제 및 비규제 배출원에 대한 점검과 맞춤형 지원을 병행하여 VOCs 배출 문제에 대응하고 있다.

서울시는 연간 10톤 미만의 배출량을 가진 소규모 배출원에 대해 실시간 IoT 기반 모니터링 시스템의 배치를 지원하여 배출을 보다 효율적으로 추적할 수 있도록 하고 있다. 이 시스템은 VOCs 배출 방지시설 운영 여부에 대한 지속적인 데이터를 제공하며, 시스템 도입을 촉진하기 위해 설치 비용의 최대 90%까지 보조금을 지원하고 있다. 향후 2026년

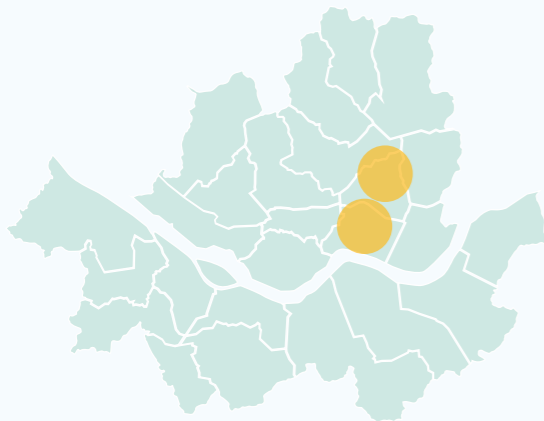
IoT 실시간 측정 시스템 출처 | 서울특별시



12월까지 서울시내 모든 소규모 대기오염물질 배출 사업장에 IoT가 설치될 예정이다.

서울시는 또한 무허가로 운영되는 자동차 도장업체를 대상으로 집중 단속을 실시하고 있다. 이러한 단속은 시민의 제보로 이루어지는 경우가 많으며, 규제 체계

무허가 도장 시설 밀집지역 출처 | 서울특별시



무허가 불법도장 출처 | 서울특별시

밖의 통제되지 않은 배출원을 관리하는 데 중요한 역할을 하고 있다.

한편, 서울시는 규제 대상 시설, 특히 VOCs 배출 시설의 94%를 차지하는 주유소의 배출 저감에도 적극 대응하고 있다. 서울시는 한국환경공단과 협력하여 관리가 미흡한 주유소에 누출 탐지, 압력 검사, 직원 교육 등 기술 지원을 제공하고 있다.



주유소 VRS를 위한 기술 지원



유증기 회수율 검사



압력감쇄, 누설검사

출처 | 서울특별시

교통 부문: 이동오염원 배출량 저감

여름철 도로 이동오염원 관리의 신뢰성을 확보하기 위해 서울시는 민간 배출가스 검사소에 대한 합동 점검을 실시하여 정확한 장비 보정과 검사 인력의

자격을 확인하고 있다. 이러한 점검은 부정확한 검사로 인한 차량 배출가스의 과도한 배출을 방지할 수 있어 인구 밀집 지역에서 특히 중요한 역할을 한다.



차량 점검 및 공회전 단속 출처 | 서울특별시

사업장 부문: 의무화 규제와 자발적 노력 장려 결합

건설 활동, 특히 외벽 도장 및 포장 작업에서 발생하는 VOCs 배출이 상당한 비중을 차지하고 있다. 이에 서울시는 우선 10만m<sup>2</sup> 이상 대규모 공사장의 실외 도장 작업 시 친환경 도료(환경표지인증 제품) 사용 의무화를 추진하고, 향후에는 모든 관급 공사장에서 친환경 도료 사용이 의무화할 계획이다. 이러한 노력은 재개발과 재건축이 많은 서울시 내 건축 도장으로 인한 VOCs 배출을 줄여 오존 생성 위험을 낮추는 데 기여할 것이다.

고농도 오존 시기인 5~8월중에 VOCs 배출공정이 예정된 관급 공사장에 대하여 노후 건설기계

사용제한과 함께 고농도 오존이 발생하기 쉬운 한낮을 피한 탄력적 작업과 친환경 도료 우선 사용을 권고하고 VOCs 배출저감을 위한 현장점검을 실시했다.

아래 표에 요약된 다섯 가지 장비 유형이 노후 건설기계 사용제한 대상에 포함된다

이 정책은 자재 사용과 장비 운용에 대한 관리를 통해 건설 부문의 VOCs 배출 관리를 지속적으로 강화하기 위한 것으로 지속 가능한 개발을 위한 서울시 의지가 반영된 것이다.

2) 일상조치: 오염원 관리 정책

서울시는 계절관리 집중 대책을 통해 여름철에 필요한 집중적인 노력을 강조하는 한편 일상 생활권 곳곳에 분산되어 있는 VOCs 배출원을 대상으로 하여 맞춤형, 배출원별 대응을 목표로 하고 있다.

소규모 세탁소는 서울시에서 규제가 미흡한 VOCs 배출원으로 남아 있다. 현재 서울시 내 세탁소 중 VOCs 배출 규제 대상은 0.5%에 불과하다. 이러한 공백을 해소하기 위해 서울시는 용제 회수 건조기와 일체형 세탁건조기 등 90% 이상의 고효율 용제 회수 시스템 도입을 지원하고 있다.

이 사업은 지역 내 VOCs 배출과 운영 비용을 줄이는 동시에 약취 민원도 줄여 환경적, 경제적 이점을 챙길 수 있다.

노후 건설기계(5종) 출처 | 서울특별시

도로용 3종			비도로용 2종	
덤프트럭	콘크리트믹서트럭	콘크리트펌프트럭	굴착기	지게차
				

세탁소의 용제 사용에서 발생하는 VOCs 배출을 관리하는 것뿐만 아니라, 서울시는 공공 부문 간행물에 대해 低VOCs 잉크 사용의 의무화를 추진하고 있으며, 반기별 이행 현황 점검을 통해 지속적으로 관리하고 있다.



친환경 세탁기

회수건조기

출처 | 서울특별시

산업 및 공공 부문의 노력에 더해, 서울시는 스프레이, 방향제 등 생활 소비재에서 발생하는 VOCs 배출에도 주목하고 있다. 이러한 생활소비재는 주거지와 상업 공간에서 널리 사용되어 개별 VOCs 함량은 적지만 누적 사용량이 많아 배출량이 1순위임에도 불구하고 규제 등 관리가 미흡한 배출원이다.

이러한 사각지대를 해소하기 위해 안전한 제품 사용과 시장 전환을 촉진하는 민관 협력 필요성이 높아짐에 따라 서울시는 기후에너지환경부, 한국환경산업기술원(KEITI), 민간 기업, 시민단체로 구성된 다자간 협의체인 '생활화학제품 안전약속 이행협의체'와 협력 방안을 지속적으로 논의하고 있다. 향후 업무협약(MOU) 체결을 통해 VOCs 저감 제품 생산 및 사용 확산을 위한 상호간 노력을 공식화할 예정이다. 이 파트너십은 低VOCs 대체 제품의 가시성과 접근성을 생활소비재 시장 전반에 걸쳐 확대하는 것을 목표로 한다.

이 사업의 주요 목표는 시민이 생활 속에서 VOCs로부터 안전한 소비재를 선택하고 사용할 수 있는 지원방안을 마련하고, 생활 속 실천 문화를 확립하여 자발적인 VOCs 저감 활동에 참여를 유도하는 것이다.

아울러 서울시는 2026년 5등급 자동차 상시 운행제한을 시작으로 2050년까지 내연기관차의 전면 퇴출을 목표로 정책을 추진하고 있다. 주요

서울시 내연기관차 운행제한 로드맵 (안)



조치로는 저공해운행지역 지정, 전기차(EV) 보급을 위한 재정 지원, 조기폐차 등 저공해 사업 등이 있다. 교통 부문의 친환경 전환 가속화를 위해, 서울시는 택배차, 배달이륜차 등을 중심으로 전기차 전환을 강화하고 있으며, 전기차충전소와 수소 충전 인프라 확충도 함께 시행하고 있다.

3) 역량강화

서울시는 VOCs 관리 전략의 장기적 효과성을 보장하기 위해 과학적, 제도적 역량강화와 국내외 협력 강화를 추진하고 있다. 이러한 노력은 정책기반을 강화하고, 지역 간 협력을 촉진하며, 오존과 VOCs 오염이라는 복합적 문제를 해결하기 위한 글로벌 파트너십을 확대하기 위함이다.

서울시는 지역 모니터링 강화와 대기질 모델링을 통해 오존과 전구물질인 VOCs, NO<sub>x</sub>의 생성 및 이동 특성을 분석하고 있다. 2025년 행동 계획에 따라, 서울 전역을 대상으로 한 오존 배출원 분석이 시작될 예정이며, 배출량 통계의 정확성을 높이고 목표 지향적인 관리 대책 마련에 기여할 예정이다.

대기 오염이 행정 경계를 넘어 발생하는 문제임을 고려하여 서울시는 경기도, 인천과의 협력을 강화하고 있다. 수도권대기환경관리협의회를 통해 정책 협의를 정례화하고, 오존 계절관리 대책을 공동으로 시행함으로써 권역 차원의 대응력을 높이고 있다.

아울러 서울시는 베이징시 등 해외 도시와 공동 연구 및 국제 포럼 교류를 확대하여 상호 학습과 우수 사례를 공유하고 있다. 이러한 국제 협력은 서울시가 도시 대기질 관리 정책 추진에 있어서 선도적 위치를 유지하는 데 기여하고 있다.

서울시는 역량 강화를 통해 지속 가능하고 확장 가능한 대기질 개선의 기반을 마련하고 있다. 데이터

### 3. 사례연구:

#### 비규제 배출원에서의 VOCs 배출 저감 확대

##### 3.1 배경과 목표

서울시 대기배출사업장은 총 2,389개로 1~3종 업종은 50개, 4~5종 업종이 2,339개소로 대기오염물질 연간 발생량이 10톤 미만인 4~5종 업종이 대부분을 차지한다.

대기오염물질 배출시설은 대기환경보전법 시행규칙에서 지정하여 관리하고 있으며, VOCs 배출시설은 환경부고시에서 해당 시설을 지정하여 관리한다. 규제 대상 사업장의 경우 지도점검을 통해 유기용제 및 유증기 회수설비가 정상 운영되는지, 방지시설은 정상 가동 여부를 확인하고, 노후 방지 시설 교체 지원 등의 사업 추진을 통해 관리되고 있다.

그러나 서울시에는 규제 대상 사업장에 해당하는 시설보다 소규모 시설이 많고, 규제 대상에서 제외되는 대부분의 소규모 유기용제 사용 사업장(도장, 인쇄, 세탁 등)에 대한 지도점검 및 실질적인 관리가 어려운 상황으로 이에 대한 대책이 필요했다.

##### · 서울시 대기배출사업장 현황

소계 (개소)	1종 (≥80t)	2종 (20-80t)	3종 (10-20t)	4종 (2-10t)	5종 (<2t)
2,389	17	12	21	786	1,553

##### · VOCs 배출 비규제 대상 사업장

구분	계	세탁소	인쇄소	도장시설	주유소
전체(개소)	14,564	6,286	6,801	1,013	464
규제대상 사업장 수	1,069 (7.34%)	27 (0.43%)	1 (0.01%)	591 (58.34%)	450 (97%)
규제대상 신고규모	-	처리용량 30kg 이상	합계용적 1m³이상	용적 5m³이상	저장용량 20m³이상

출처 | 서울시 열린데이터광장, 2024, 대기오염물질 배출 사업장(2024년 12월말 기준)

##### 3.2 추진수단

서울시는 2022년부터 2024년까지 하절기 오존 발생 저감을 위해 휘발성유기화합물(VOCs) 발생원 집중관리계획을 수립하여 추진했다. 휘발성유기화합물(VOCs) 발생원 집중관리계획의 중점 관리 대상 배출원은 도장(자동차 도장, 건축 도장)시설, 인쇄시설, 세탁시설로 구분되며, 배출원의 관리를 위한 지원형태는 기술적 지원과 사용 권장의 형태로 구분할 수 있다.

기술적 지원은 장비, 저감 설비, 저감 장치 등을 통한 지원을 의미하며, 사용 권장은 低VOCs 도료 및 잉크 사용, 환경표지 인증제품 사용, 시민 인식개선 및 동참 등을 통한 VOCs 저감 행동 유도를 의미한다. 각 배출원에 대한 세부 추진내용은 다음과 같다.

##### 자동차 도장시설 수성도료 장비구매 지원

자동차 보수용 수성도료 전환 및 사용 확대를 위해 2023년 서울시는 도장작업이 가능한 자동차종합정비 시설(1,000m² 이상)과 소형 자동차종합정비 시설(400m²)을 대상으로 스프레이건, 전자저울, 건조기 등 수성도료 전용장비를 지원했다.



스프레이건(도장건)

전자저울

건조기(드라이기)

세척기(스프레이건)

출처 | 서울특별시

##### 관급 공사장 환경표지인증 도료 사용

공공분야의 선도적인 低VOCs 제품 사용 확대를 위해 2022년부터 지속적으로 서울시 및 산하기관 발주 공사장을 대상으로 공사장 내 도장작업 시 환경표지인증 도료 사용을 권장했다. 환경표지인증 도료의 인증기준은 아래 표와 같다.

##### · 환경표지인증 도료 인증기준

구분	일반도료 기준 (g/L)	환경표지 인증기준 (g/L)
콘크리트 (유성 외부)	≤ 400-450	≤ 200
일반철재 (락카계 제외)	≤ 440-470	≤ 300
일반목재 (유성, 락카계 제외)	≤ 450	≤ 300

##### 인쇄시설 : 공공간행물 친환경 잉크사용

서울시는 인쇄 부문에서 공공부문의 선도적 低VOCs 제품 사용 확대를 위해, 공공간행물의 홍보물심의 등록 간행물을 대상으로 친환경 잉크 사용 의무화를 추진중에 있다. 친환경 잉크의 종류로는 콩기름 잉크, 환경표지인증 잉크, 무용제 잉크 등이 포함된다.

##### 세탁소 : VOCs 저감설비 설치 지원

서울시는 세탁소 VOCs 저감설비 설치 지원사업을 추진 중이다. 2023년부터 처리용량 30kg 미만의 소규모 세탁소에 친환경세탁기와 회수건조기 설치를 지원하였다. 친환경세탁기는 세탁·건조 일체형으로 드라이클리닝 용제 회수율 90% 이상의 세탁기를 의미하며, 회수건조기는 면적이 작아 친환경세탁기 설치가 어려운 세탁소에 설치하는 드라이클리닝 용제 회수건조기를 의미한다.

##### 3.3 정책성과

2025년, 서울시는 VOCs 저감 사업에 따른 배출량 저감효과를 정량적으로 분석하였다. 해당 분석은 지원 유형별로 VOCs 배출량의 변화 및 감축 효과를 평가하고, 실질적인 정책 성과를 도출하는 데 목적이 있다.

##### 도장시설

2023년 자동차 정비업체 89개소를 대상으로 수성도료 전용장비를 지원하였다. 지원 전 유성도료 사용 시 연간 VOCs 배출량은 12,503kg이었으나, 수성도료 적용 이후 5,557kg으로 줄어들며 연간 약 56%의 저감 효과(도료의 VOCs 함유량과 수성도료 전환율, 실제 장비 보급 실적 기반 산정)를 기록하였다.

건축 도장시설의 경우, 서울시는 2022년부터 관급공사 도장작업에 환경표지인증 도료 사용을 의무화하였다. 환경표지인증 도료의 사용률은 2022년 81.3%에서 2024년 87.4%까지 증가하였으며, 이에 따라 기존 도료 사용 시 128,437kg이었던 연간 VOCs 배출량은 환경표지인증 도료 적용 후 98,450kg으로 감소하였고, 약 23%의 저감량을 달성(각 연도별 공사면적, 도료 사용량, 인증 도료 비율 등을 반영)하였다.

### 친환경 잉크 활용

서울시는 공공기관 인쇄물 제작 시 친환경 잉크 사용을 점진적으로 확대하였다. 2022년부터 2024년까지 친환경 잉크 사용률은 12.6%에서 31.9%까지 증가하였으며, 이에 따라 연간 VOCs 배출량은 4,040kg에서 3,873kg으로 줄어 들었다.

### 세탁시설

세탁시설에서는 친환경세탁기, 회수건조기 등 VOCs 저감을 위한 장비 지원이 실시되었다. 2023년과 2024년에 걸쳐 총 36개 세탁업체에 장비를 지원하였으며, 기존 연간 VOCs 배출량 21,973kg이 9,192kg으로 줄어들어 약 58%의 감축 효과(세탁용제 평균 구입량 감소율과 단위 배출계수 등 반영)를 달성하였다.

주요 제품의 저VOCs 제품 전환에 따른 저감 효과와 유해성 변화를 평가하기 위해 각 제품의 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)를 기반으로 VOCs 성분 구성, 유해성 정보, 법적 규제사항 등을 분석하였다.

우선, 제품 내 VOCs의 함유량을 비교한 결과, 기존에 사용되던 유성 제품의 경우 대부분 VOCs 함유량이 58~120% 수준으로 높게 나타났으며, 이에 비해 지원사업을 통해 전환된 수성 제품은 21~43% 수준으로 낮은 함유량을 보였다. 이는 제품 전환을 통해 VOCs의 원단위 배출을 상당 수준 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

유해성 측면에서, 유성 제품에는 경구독성, 경피독성, 흡입독성 등의 유해성 물질이 다수 포함되어 있었으며, 건축 도장의 경우 최대 9개, 인쇄 잉크의 경우 최대 4개의 경구·경피·흡입 독성물질이 확인되었다. 반면 수성 제품에서는 동일 기준으로 확인된 유해성 물질의 수가 크게 감소하였다.

법적 규제물질 여부 분석에서는, 유성 제품이 산업안전보건법, 화학물질관리법, 대기환경보전법 등에 따라 관리되고 있는 유해화학물질을 다수 포함하고 있는 반면, 수성 제품의 경우 대부분이 관련 법률의 규제 대상에 해당하지 않거나 물질의 수가 확연히 감소된 것으로 나타났다.

이러한 분석을 종합해 보면, 지원사업을 통해 기존 유성 제품을 수성 제품으로 전환할 경우, VOCs의 총 배출량 감소뿐만 아니라, 유해성과 관련된 독성 및 법적 규제물질의 수 또한 크게 줄어들어 환경적·보건적 측면에서 매우 긍정적인 효과가 기대된다.

## 4. 정책제안

### 1) 도료 사업자(사업장)에 대한 규제 및 유도 정책 추진

현행 대기환경보전법은 도료의 공급자(제조 판매자)를 중심으로 VOCs 함유 기준 등을 규제하고 있어, 유성도료 사용자에게 대한 법적 제재가 부재하여 현장단속과 적발에 한계가 있다.

따라서 사용자 대상 VOCs 사용제한, 교육 의무, 도장시설 현장검사 시 샘플 채취 절차 간소화 등 행정편의 제고와 더불어 위반 시 행정처분 등이 가능하도록 제도 개선이 필요하다.

다만, 법령개정은 단기간 내 추진에 한계가 있으므로, 단기적으로는 업계의 자발적 참여와 수용성 제고를 통해 친환경 도료 전환 효과를 유도하는 것이 필요하다. 이에 따라 우수 사업자에 대한 인센티브(표창 등) 중심의 유도책을 우선 고려할 수 있다.

### 2) 배출저감(사업장 대상) 소규모 사업장 대상 실무중심 교육자료 개발

수성도료 전환 필요성에 대한 현장 이해도가 부족하고, 방지시설 설치지원 사업 안내가 제도 및 이론 중심에 편중되어 있어 현장 실무적용에 한계가 발생하고 있다.

따라서 방지 시설 설치 운영 관련 실무 중심 교육,

수성도료 전환을 위한 실습형 교육 등을 통해 현장에서 직접 활용 가능한 교육 프로그램을 개발 운영하는 것이 필요하다.

### 3) 소규모 사업장 대상 환경개선 장비 구매 지원

자동차정비업을 대상으로 장비 구매비를 지원하는 사업을 추진하였으나 실제 수요 부족과 지원범위의 한계로 수성도료 전환 효과는 제한적이었다. 따라서 도장시설의 수성도료 전환을 적극 유도하고 VOCs 저감 효과를 극대화하기 위해 고비용 설비부터 소형 장비까지 포괄하는 실효성 있는 지원 체계 마련이 필요하다.

#### · 대기환경보전법

법령	위반사항	벌칙사항
제44조의 2제 3~4항	· 휘발성유기화합물 함유기준을 초과하는 도료 공급 및 판매	· 도료의 공급 판매 중지 또는 회수 등의 조치 명령
제91조의 3제 2~5항	· 휘발성유기화합물 함유기준을 초과하는 도료 공급 및 판매 · 도료공급 판매 중지 또는 회수 등 조치명령 위반	· 1년 이하의 징역 또는 1,000만원 이하의 벌금

## 참고문헌

- Son, M., Jeon, H., & Kim, J. (2025) Analysis and Improvement strategies for VOCs emissions Source Management in Seoul: Focus on Industrial Facilities. Seoul, Republic of Korea: The Seoul Institute.
- Choi, Y., Baek, J., & Kim, J. (2023). (rep.). Analysis of Volatile Organic Compounds (VOCs) Characteristics and Sources in Seoul (pp. 1–121). Seoul, Republic of Korea: The Seoul Institute.
- Euljiro provides window into Seoul's industrial past - The Korea Times. koreatimes.co.kr. (2018, September 26). <https://www.koreatimes.co.kr/southkorea/society/20180926/euljiro-provides-window-into-seouls-industrial-past>
- Eun, D.-M., Han, Y.-S., Nam, I., Chang, Y., Lee, S., Park, J.-H., Gong, S. Y., & Youn, J.-S. (2024). Ambient volatile organic compounds in the Seoul metropolitan area of South Korea: Chemical reactivity, risks and source apportionment. Environmental Research, 251.
- Fifth seasonal PM management through 16 reduction measures in 4 areas -. Official Website of the Seoul Metropolitan Government. (2023a, December 1). <https://english.seoul.go.kr/fifth-seasonal-pm-management-through-16-reduction-measures-in-4-areas/>
- Hill, A. (2019, June 12). Profile: Sewoon –a city of making (in Seoul). Cities of Making Profile Sewoon a City of Making in Seoul Comments. <https://citiesofmaking.com/cities-of-making-in-korea/>
- Kim, H., Won, J., Choi, Y., & Lee, H. (2024). (rep.). Analysis of the impact of Seoul's air management policy on public health. Seoul, Republic of Korea: The Seoul Institute.
- Kim, S.-J., Lee, S.-J., Lee, H.-Y., Park, H.-J., Kim, C.-H., Lim, H.-J., Lee, S.-B., Kim, J. Y., Schlink, U., & Choi, S.-D. (2021). Spatial-seasonal variations and source identification of volatile organic compounds using passive air samplers in the Metropolitan City of Seoul, South Korea. Atmospheric Environment, 246.
- Kim, U., Sin, S., & Kim, J. (2018). (rep.). A Study for Developing an Integrated Air Quality (Ozone and PM2.5) Management Framework in Seoul (pp. 1–142). Seoul, Republic of Korea: The Seoul Institute.
- Lee, J., Lee, M., Chang, L., Shin, S.-A., Kim, K., Choi, Y., Lim, H., Choi, S.-D., & Lee, G. (2024). Assessment of VOCs emissions inventory in Seoul through spatiotemporal observations using passive and online PAMS measurements. Atmospheric Environment, 338.
- Park, S.-Y., Jang, H., Kim, K., Ha, H., Choi, Y., Kwon, S., Choi, Y., Park, J.-S., & Lee, C.-M. (2025). Estimation of potentially toxic substances and health risks in vocs in Urban Areas of Seoul. Water, Air, & Soil Pollution, 236.
- Protecting citizens from ozone (O3)...Seoul Metropolitan Government announces 'Special Measures for Managing High Ozone Concentrations' | Press Release. Seoul Climate and Environment Headquarters "Zero Seoul": Naver Blog. (2025, April 2). [https://blog.naver.com/zero\\_seoul\\_official/223819268857](https://blog.naver.com/zero_seoul_official/223819268857)
- Record low PM2.5 levels in Seoul for 3 consecutive years -. Official Website of the Seoul Metropolitan Government. (2023b, July 28). <https://english.seoul.go.kr/record-low-pm2-5-levels-in-seoul-for-3-consecutive-years/>
- Seoul achieved the lowest PM2.5 level since the launch of the seasonal PM management -. Official Website of the Seoul Metropolitan Government. (2024, April 5). <https://english.seoul.go.kr/seoul-achieved-the-lowest-pm2-5-level-since-the-launch-of-the-seasonal-pm-management/>
- Seoul Administrative District Status. Korean Statistical Information Service. (2024, November 4). [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?s-so=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fkosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Fconn\\_path%3DI2%26tblId%3DCTX\\_315\\_2009\\_H1009%26orgId%3D460%26](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?s-so=ok&returnurl=https%3A%2F%2Fkosis.kr%3A443%2FstatHtml%2FstatHtml.do%3Fconn_path%3DI2%26tblId%3DCTX_315_2009_H1009%26orgId%3D460%26)
- Seoul Metropolitan Government Air Quality Information. Seoul Air Quality Information - Air Pollutants - Fine Dust (PM-2.5) Seoul Air Quality Information. (n.d.). <https://cleanair.seoul.go.kr/information/info11>
- Seoul Metropolitan Government. (2024). 为有效治理夏季臭氧重度污染 首尔市VOCs排放源重点治理政策. Seoul, Republic of Korea.
- Seoul Metropolitan Government. (2025). (rep.). Special Measures to Manage High Ozone Levels (pp. 1–34). Seoul, Republic of Korea.
- Seoul Registered Population Statistics. Seoul Open Data Square. (2025, April 24). <https://data.seoul.go.kr/dataList/419/S/2/datasetView.do>
- Seoul to reduce 408.5 tons of PM-2.5 through constant air quality improvement programs -. Official Website of the Seoul Metropolitan Government. (2018, April 26). <https://english.seoul.go.kr/seoul-reduce-408-5-tons-pm-2-5-constant-air-quality-improvement-programs/>
- Seoulsolution. (2016, October 31). Air Quality Monitoring System : Real-time air quality monitoring system to protect citizens' health. Seoul Policy Archive Seoul Solution. <https://seoulsolution.kr/en/content/air-quality-monitoring-system-real-time-air-quality-monitoring-system-protect-citizens%E2%80%99>
- Seoulsolution. (2018a, February 1). Diesel vehicle emission control devices. Seoul Policy Archive Seoul Solution. <https://seoulsolution.kr/en/content/6539>
- Seoulsolution. (2018b, May 8). Changes in Seoul's Air Quality Control Policy. Seoul Policy Archive Seoul Solution. <https://seoulsolution.kr/en/content/3496>
- Seoulsolution. (2022, January 25). 1. Sewoon Plaza Revitalization Project Progress / The process of promoting the Sewoon Plaza revitalization project (eng / spa / KOR). Seoul Policy Archive Seoul Solution. <https://seoulsolution.kr/en/content/9454>
- Seoul's Industrial Structure. Seoul Research Data Service. (n.d.). <https://data.si.re.kr/node/288>
- Song, M., & Jeon, H. (2022). (rep.). Study on Characteristics of VOC Emission Facilities Generating Ozone in Seoul and Measures to Reduce Ozone (pp. 1–244). Seoul, Republic of Korea: The Seoul Institute.
- SPECIAL ACT ON THE IMPROVEMENT OF AIR QUALITY IN AIR CONTROL ZONES 2021 (KR1.)

# 베이징 Beijing

저 자 | Yuan Yuan

편집자 | Siqiao Yuan

본 편에 대한 전략적 검토와 건설적인 의견을 제공한 베이징시 생태환경국에 감사의 말씀을 전합니다.

## 1. 배경

중국의 수도 베이징은 중국의 정치, 문화, 과학기술 중심 도시이다. 베이징은 면적 16,410km<sup>2</sup>에 상주인구가 2,180만 명을 넘는 대도시로, 단기간에 빠른 도시화와 경제 발전을 이룩하였다.

수십년 사이에 베이징의 경제구조는 2차 산업에서 3차 산업 중심으로 전환되었다. 2024년 발표된 베이징시 국민경제와 사회발전 통계에 따르면, 3차 산업이 베이징시 GDP에서 차지하는 비중은 85.3%이며, 그중 금융, IT, R&D, 문화 콘텐츠 등이 주요 경제 성장 동력이다. 제조업과 건설업을 포함한 2차 산업 비중은 지속적으로 감소하고 있으며, 현재 베이징 경제 규모의 15%에도 못 미치는 수준이다. 이와 더불어 2000년대부터는 주요 공업 시설이 도심에서 외곽으로 이전되었다.

다만, 많은 변화에도 불구하고 건설 공사, 교통, 일부 영세 사업장과 규제 밖의 오염배출원 등은 여전히 해결해야 할 문제이며, 특히 대기질은 관리가 시급한 분야이다.

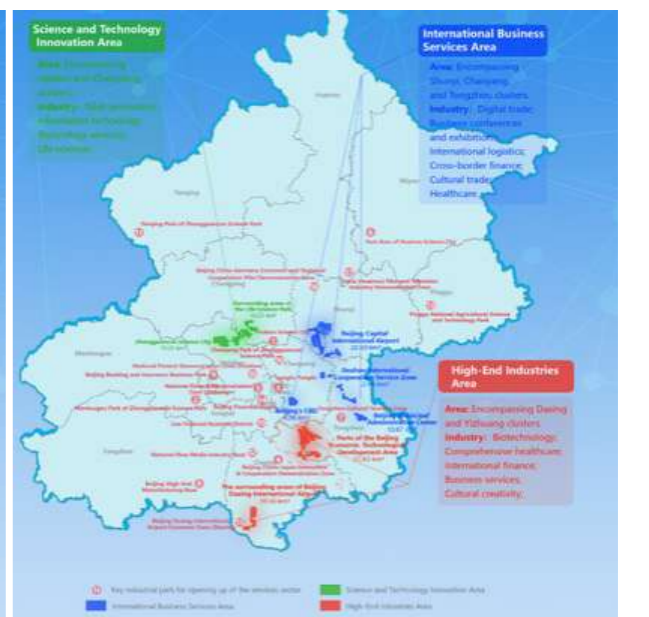
최근 수년 동안 베이징시는 대기질 개선을 위해 많은

노력을 기울여왔다. 2013년 "베이징시 2013-2017 청정대기 행동계획" 제정 이래, 매년 대기질 개선 계획을 제정 및 이행하고 있다. 이어서 베이징시는 2014년에 중국 최초로 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)를 타겟으로 하는 지방 조례 '대기오염방치조례'를 발표하였다. 또한 베이징시는 2016년부터 2017년까지 징진지(베이징시, 텐진시, 허베이성) 지역 대기오염을 개선하기 위해 "베이징시 '징진지 및 주변지역 2016-2017년 대기오염 관리 강화 조치' 시행 방안"과 "베이징시 2017-2018년 추동계 대기오염 종합관리 공견 행동 세부 시행 방안"을 발표하였다. 두 방안은 공업, 교통, 난방 공급 등의 오염 배출원 관리에 중점을 두었다. 그후 도시 운영 과정에서 오염물질을 배출하는 생활오염원이 대두되자 2018년 베이징시는 "푸른하늘 보위전 3년 행동계획"을 제정하여 대기오염 관리를 위한 청사진을 발표하였다. 베이징시는 과거 수년간 추진해온 경험을 기반으로 대기 오염 관리 수준을 기존 '1μg급'에서 더욱 과학적인 조치와 정밀한 관리가 필요한 '0.1μg급'으로 강화하였다.

베이징시는 다양한 분야를 대상으로 정책을 제정하여

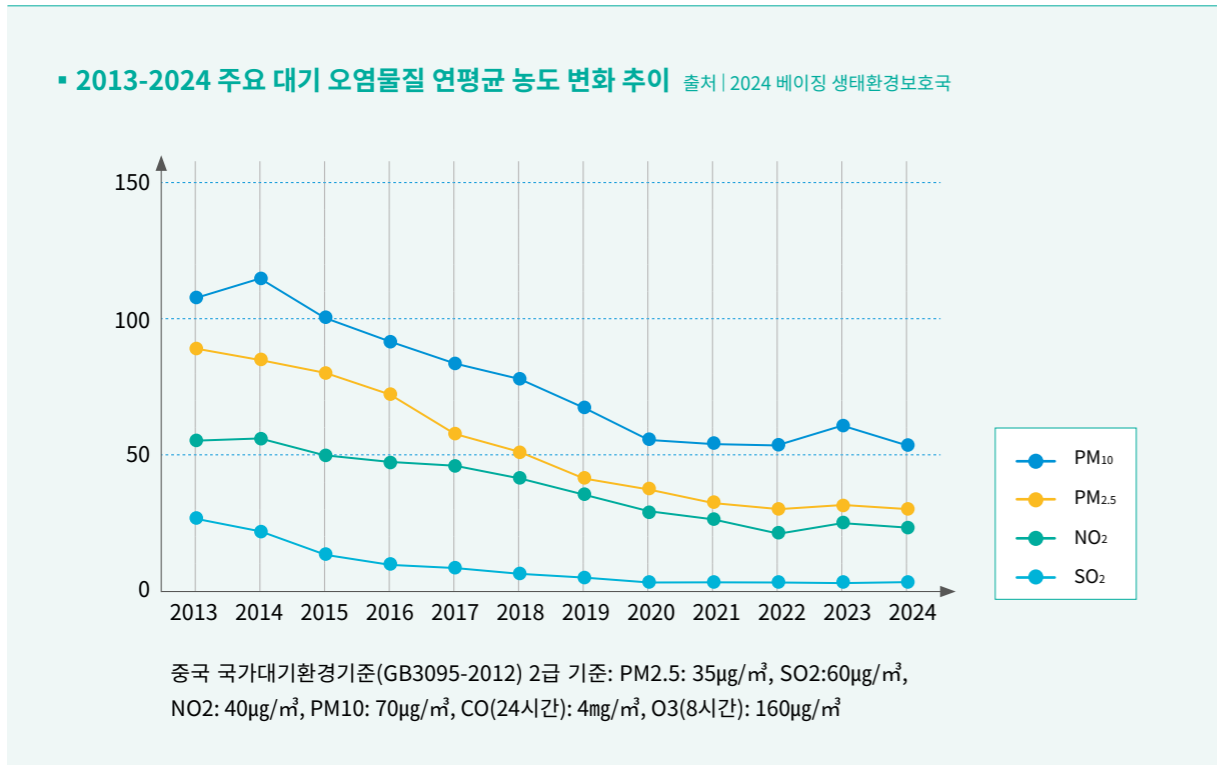


베이징시 산업 마스터플랜(2016~2035)



베이징시 산업 지도(2024)

출처 | 베이징시 발전개혁위원회



지금까지 많은 성과를 거두었다. 산업 부문에서는 2013년부터 시멘트업, 화학공업, 금속업 등 주요 오염 배출 기업 총 2,600개소가 영업 정지 처분을 받거나 퇴출되었다. 교통 부문에서는 차량 배출 기준을 지속 강화해왔다. 이와 더불어 신에너지차 보급과 노후 차량 퇴출을 적극 추진하였다. 그 결과, 2025년 4월 기준 베이징시 신에너지차 보유량은 100만 대를 넘어섰다. 건물 부문과 관련해서는 실시간 모니터링 시행과 점검 강화를 통해 공사장과 도로 비산먼지 배출을 확연히 저감하였다. 마지막으로 베이징시는 에너지 믹스의 친환경 전환도 적극적으로 추진해왔는데 2023년 말까지 약 138만 가구를 대상으로 ‘석탄 연료에서 청정에너지로 전환’하는 사업을 시행하였다. 이를 통해 베이징시 역내 마을 93%와 농촌 가정 96%의 난방 연료원을 전기, 천연가스 등으로 친환경 연료로 전환을 이루었다.

정책 시행 결과, 베이징시의 대기 오염물질 농도가 대폭 하락하였다. "2024년 베이징시 환경 현황 공보"에 따르면 2013년부터 PM<sub>2.5</sub>농도가 65.9% 감소되었다. 연평균 농도가 2013년 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서

2024년 30.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 감소하였고, 2021년에는 베이징시 PM<sub>2.5</sub> 농도가 최초로 중국 국가기준을 달성하였다. 다른 대기 오염물질도 현저히 개선되었는데 2013년부터 2024년까지 PM<sub>10</sub>은 50%, 이산화질소(NO<sub>2</sub>)는 57.1%, 이산화황(SO<sub>2</sub>)은 88.7% 감소하였다.

베이징시 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)와 기타 대기오염물질은 현저히 개선되었으나 최근 들어 오존 생성 및 공공 보건을 위협하는 VOCs 배출이 환경 현안으로 대두되고 있다. 베이징시는 공업, 운송, 용제 사용이 주로 이루어지는 산업 등을 주요 VOCs 배출 관리 대상으로 선정하고 산업 친환경 전환과 구조 고도화, 사후배출관리 시설 구축 등을 추진해왔다. 그후 정상 배출량이 대폭 감소되자 베이징시는 비산 배출까지 관리 범위를 확대했다. 정밀한 조치를 통해 베이징시의 VOCs 배출량은 대폭 저감되었다. 2023년 베이징시의 VOCs 배출량은 2013년 대비 64.6% 감소되었다.

## 2. 정책분석

### 2.1 휘발성유기화합물(VOCs) 관리 정책 및 규제 체계의 변화

지난 10년간, 시민 건강 문제와 관련한 우려와 오존 오염 대응 필요성이 지속적으로 대두되었다. 이에 베이징시는 VOCs 관리를 점차 강화했다. 중국 정부는 "국가 12차 5개년 계획 기간 환경보호계획"(2011~2015)을 통해 다양한 오염물질을 대상으로 종합관리를 시행하고, 정부 차원에서 VOCs 배출 관리를 강화할 것을 천명하였다. 국가 계획에 호응하기 위해 베이징시는 2010년 ‘베이징시 12차 5개년 계획 기간 주요 관리 기업 리스트’를 제정하여 주요 오염원에 대한 관리감독을 강화하였다. 현재 리스트에는 주요 관리 감독 대상 기업 418개소가 포함되어 있고, 이중 64개소는 VOCs 배출 기업으로 분류되어 있다. 2015년부터 2017년까지 베이징시 생태환경국은 ‘베이징시 청정대기 행동계획’의 관련 요구 사항에 따라 다양한 산업의 **VOCs 배출 관련 지방 기준**을 수립하였다. 해당 단계에서 베이징시는 인쇄업, 가구제조업과 도장업 등 대형 공업 배출원을 휘발성유기화합물 배출 주요 관리 대상으로 지정하였다.

이러한 노력에 기반하여 VOCs 관리 정책의 틀은 더욱 구체화되고 있다. "중국 국민 경제와 사회 발전 13차 5개년 계획 개요"(2016-2020) 등 국가 계획과 청정 대기 행동 관련 지방 계획이 수립되어 관리 범위에 포함되는 산업이 더욱 많아졌다. 해당 기간 동안 베이징시는 2020년까지 NOx와 VOCs 배출량을 2017년 대비 각각 20% 저감하는 **목표**를 지정하기도 하였다. 해당 목표를 달성하기 위해, 베이징시는 VOCs 배출원 분류 및 관리 제어, **더욱 엄격한 배출기준**(예: 제품의 VOCs 함유 기준 등)과 **모니터링 방법, 기술 규범** 등을 수립 및 개정하고 VOCs 배출의 세금 징수 항목 추가 추진 등 다양한 분야에서 일련의 조치를 시행하였다. 제한 조치

외에도 베이징시는 각 산업이 능동적으로 VOCs 배출 저감 조치를 취할 수 있게 기술과 자금 지원을 적극적으로 제공하였다.

2021년, 베이징시는 국가 "대기질 지속 개선 행동 계획"에 따라 2025년까지 VOCs 배출량을 2020년 대비 10% 저감하는 목표를 수립하는 등 VOCs 관리 체계를 개선하였다. 이는 주요 시설 실시간 모니터링, 정기 점검, 저VOCs 생활소비재 보급 확대 등 더욱 강력한 의무화 조치와 자발적 행동이 결합해야 이를 수 있는 목표이다. 추가로, 첨단 저VOCs 기술이 점차 개발되면서 각 구와 현, 산업단지의 VOCs 배출 관리 제어 역량이 향상되고, 비산배출과 누출을 제어하는 등 전 과정 배출 관리를 제어하는 방향으로 점차 변화하고 있는 추세이다.

아울러 베이징시의 VOCs 관리 정책은 기본적인 산업 관리 감독에서 더욱 포괄적으로 발전하고 있다. 기준 수립, 관리감독, 관련 기술 개발을 통해 곳곳에 흩어져 있는 배출원에 대응하고 있다.

다음 파트에서는 베이징시의 배출원별 VOCs 저감 현황을 분석하고, 베이징시가 어떻게 지방 기준과 관리감독, 적극적인 유도를 결합하였는지 중점적으로 논의하고자 한다.

### 2.2 정책 체계와 관리 조치

#### 1) 산업 분야

베이징시는 산업분야의 VOCs를 저감하기 위해 석유화학, 인쇄업 등 VOCs 고배출 산업을 대상으로 저감사업을 추진해왔다.

#### 석유화학산업

석유화학산업은 베이징시의 주요 VOCs 배출원이다. VOCs 배출은 원자재와 제품 저장, 운송, 가공, 누출 과정에서 이루어진다. 2010년초부터 베이징시는 해당 산업의 VOCs 관리제어 조치를 지속 강화해왔다.

우선, 베이징시는 기업의 관련 시설 유지보수 강화를 요구하고, 정상 배출이 기준에 부합하도록 하였다. 그 다음 저장, 운송 등 비산배출이 이루어지는 단계에 집중 관리를 시행하였다.



석유 정제와 석유화학 공업 대기오염물질 배출기준 (DB11/447-2015)



유기화학제품 제조업 대기오염물질 배출기준 (DB11/1385-2017)

출처 | 베이징시 생태환경국

이에 따라 기업은 밸브, 펌프, 압축기 등 누출이 발생하기 쉬운 설비를 정기적으로 교체해야하고, LDAR 계획을 시행하여 밀폐가 필요한 모든 곳에 누출 관리 제어를 시행하게 되었다. 또한, 베이징시는 "13차 5개년계획 기간 환경보호와 생태건설 계획"(2016-2020)을 통해 비산배출에

대해 엄격한 관리 제어를 요구하였고, 밀폐된 배출시설의 오염물질 누출율을 1% 미만으로 규정하였다. 이외에도 베이징시는 이상 배출을 예방하기 위해 석유화학 제품 생산시설에서의 운송 차량 주차, 시설 점검, 예외 운영 시기 VOCs 배출 관리 제도 등을 지속 개선해왔다. 또한 베이징시는 2024년 여름철 VOCs 특별 관리 행동을 기획하여 연료 저장탱크와 폐 가스 정밀 관리를 강화하는 등 석유화학 기업을 대상으로 비산배출 관리 제어를 한 단계 더 강화하였다.

이와 더불어, 베이징시는 국가 기준을 기반으로 자체 감축 목표와 실제 역량을 고려하여 더욱 강력한 대기오염물질 배출 기준을 수립하였다. 베이징시가 수립한 기준은 "석유 정제와 석유화학 산업 대기오염물질 배출 기준"(DB11/447-2015)과 "유기화학품 대기오염물질 배출 기준"(DB11/1385-2017) 등이 있다. 이중, 베이징시는 "DB11/447-2015"규정을 통해 석유 정제와 석유화학 공업 설비를 대상으로 휘발성유기화합물 기체 또는 액체를 처리하기 위한 펌프류, 압축기 등 설비의 누출 측정치를 1000 μmol/mol 로 규정하였는데, 이는 국가 기준 (GB31570-2015)에서 규정하는 2000 μmol/mol 보다 크게 강화된 수치이다.

### 인쇄산업

인쇄업은 높은 수익을 창출하는 베이징시의 주요 사업이지만 대량의 VOCs를 배출한다. 2023년 베이징시 인쇄 기업의 영업 매출은 240억 위안을 초과하였다.

그러나 해당 산업의 경제 활동에서 인쇄용 잉크, 접착제, 세정제 등 유기용제가 함유된 물질이 대량 소비되고, 생산 과정에서 다량의 VOCs가 배출된다. 2013년, 베이징시는 불법배출행위를 근절하고 시민건강을 증진하기 위해 인쇄업을 대상으로 특별점검을 시행하였다.

베이징시는 특별점검을 통해 인쇄업에 대한 환경

감독관리를 강화하였으며 폐가스 수집과 처리 시설의 구축 및 운영 현황을 중점 점검하고, 비산 배출 행위를 단속하여 강력한 처분을 내렸다. 2016년부터 베이징시는 低VOCs 함유 원자재 보급을 적극 확대하기 시작했다. 베이징시는 관할지역 내 인쇄기업을 대상으로 생산과정에서 低VOCs 함유 자재를 사용하도록 친환경 생산 심사 작업을 시행하여 VOCs 배출 원천 감량을 실현하였다. 그리고 기업을 대상으로 고효율 용제 회수와 폐가스 처리 시스템 설치를 요구하여 배출 사후 관리를 강화하였다.



인쇄업 대기오염물질 배출기준 (DB11/1201-2023)

출처 | 베이징시 생태환경국

이와 더불어 베이징시는 높은 VOCs 배출 기준 체계를 구축하였다. 2015년5월, 베이징시 생태환경국은 베이징시 내 특정 산업을 대상으로 한 최초의 VOCs 배출 기준인 "인쇄업 VOCs 배출 기준"(DB11/1201-2015)을 발표하였다. 해당 기준은 인쇄업의 원보조재 VOCs 함유 기준, 공정 조건과 VOCs 배출 관리 기준 등을 명시하였다. 또한 베이징시는 관리 범위를 확대하기 위해 2023년4월 시장관리감독국과 함께 "인쇄업 대기오염물질 배출기준"(DB11/1201-2023)을 발표하여 기존 기준을 대체하였다. 이는 VOCs 뿐만 아니라 기타

대기 오염 물질까지 저감하려는 베이징시의 강력한 의지를 보여준다. 특히 해당 기준은 원천 감량부터 사후관리와 정상 배출, 비산 배출을 전부 포함하고 있다.

### 산업용 도장 및 제조업

베이징시는 공업 도장, 건설업 등의 VOCs가 함유된 원보조재를 활용하거나 VOCs를 다량 배출하는 산업 관리에도 힘썼다. 베이징시 VOCs 배출원 전수조사 결과에 따르면 공업도장은 용제 사용으로 인한 VOCs 배출 중 많은 비중을 차지했다. 당시 베이징시의 도장 기업은 주로 용제형 도료를 사용했고 고고형분 도료, 수성도료, 파우더형 도료 등 低VOCs 함유 도료의 활용은 저조했다. 또한 도장공정은 분사 또는 수동 작업 위주였고, 침지 도장, 흘림 도장, 롤러 도장, 정전기 도장 등의 고효율 도장 기술 사용은 극히 드물었기 때문에 생산과정에서 VOCs 대량 배출이 불가피했다.

베이징시 생태환경국은 이러한 문제를 해결하고 도장 과정에서의 VOCs배출을 저감하기 위해 산업 전용 지방 기준 "공업 표면 도장 대기오염물질 배출 기준"(DB11/1226-2015)을 발표하여 공업 도장 기업의 VOCs 배출 관리를 강화하였다. 해당 기준은 공업 도장 기업이 청정 생산 공정을 도입하여 도장 공정과 설비를 고도화하고, 효율적인 사후 관리 설비를 설치하도록 유도하였다.

베이징시 차량제조업은 공업 VOCs 배출량의 20%를 차지하는 주요 관리 대상 업종이다. 차량제조업 공업 VOCs 배출량 중 차량 조립은 2/3, 부품 제조, 엔진 생산과 차량 개장이 나머지 1/3 이상을 차지한다. 2015년, 베이징시의 차량제조업은 "차량제조업 도장공정 대기오염물질 배출 기준"(DB11/1227-2015)을 시행하고, 차량 개장기업과 도장공정 부품생산 기업은 "DB11/1226-2015"를 시행했다. 이어서 2023년,

		
공업 표면 도장 대기오염물질 배출 기준 (DB11/1226-2015)	차량제조업 대기오염물질 배출 기준 (DB11/1227-2023)	목재가구제조업 대기오염물질 배출 기준 (DB11/1226-2015)

출처 | 베이징시 생태환경국

		
저장탱크 유증기 배출 관리 및 기준치 (DB11/206-2023)	탱크로리 유증기 배출 관리 및 기준치 (DB11/207-2023)	주유소 유증기 배출 관리 및 기준치 (DB11/208-2023)

출처 | 베이징시 생태환경국, 베이징시 시장 관리감독국

베이징시는 기존의 분산된 차량제조업 관리 기준을 취합하기 위해 DB11/1227-2015 국가기준과 기술 역량을 기반으로 **"차량 제조업 대기오염물질 배출 기준"(DB11/1227-2023)**을 수립하였다. 2024년 1월 1일부터 시행된 "DB11/1227-2023"은 더욱 세밀화된 VOCs 원보조제 배출 기준을 제시하고, 정상 배출 지표를 개선하였으며 비산배출 관련 관리 의무를 명확히 하였다. 이를 통해 자동차 제조 기업의 비산배출 수집과 관리 강화, 배출 처리시설 운영과 유지보수 의무 규범화를 추진했다.

베이징시는 차량제조업 관리 강화 외에도 목재가구 제조업에서 배출된 VOCs와 페인트 미스트 등 대기오염물질의 관리를 강화하였다. 2015년 기준 베이징시에는 1,000여 개의 목재가구 제조 기업이 있었는데 목재가구 생산기업의 친환경 생산을 규범화 하기 위해 베이징시는 **"목재가구제조업 대기오염물질 배출 기준"(DB11/1226-2015)**을 수립하였다. 해당 규정에 따라 2017년부터 베이징시의 가구제조업은 유성 도료 사용이 금지되었다.

이와 더불어 해당 기준은 VOCs 배출을 사전 방지하기 위해 목재가구제조업에서 사용하는 원보조제의 VOCs 함유량에도 기준을 강화하였고, 공정 절차 개선과 배출 관리 의무를 규정하였다.

## 2) 수송 부문

수송 부문은 베이징시의 또 다른 VOCs 주요 배출원이다. 베이징시는 친환경 모빌리티 보급 확대, 수송 체계 고도화와 더불어 연료, 아스팔트 포설에 대해서도 관리를 강화하여 수송 부문의 VOCs 배출량을 저감하였다.

## 연료 유통 산업

석유 판매업에서는 주유소, 유류 저장 탱크, 탱크로리 등이 주요 VOCs 배출원이다. 유류 저장, 적하, 주유 과정에서 VOCs는 대기 중에 쉽게 휘발된다. 베이징시는 이러한 문제를 해결하기 위해 지방 산업 배출 기준을 지속적으로 수립, 개선해왔다. 2003년 베이징시는 중국 최초로 유류 저장탱크, 탱크로리, 주유소 유증기 배출 관련 기준을 수립하였다. 수립한 기준을 바탕으로 VOCs 배출의 전 과정 종합관리를

효과적으로 추진하였다. 그 결과, 2024년 베이징시 내 석유 판매 관련 시설의 평균 유증기 회수효율이 80%를 초과하였다. 2023년 베이징시는 새로운 대기질 개선 목표를 실현하고 관련 기술 수준에 맞추어 기준 개정을 세 차례 시행하였다. 신규 발표된 기준은 **"유류탱크 유증기 배출 관리와 기준치"(DB11/206-2023)**, **"유류 탱크로리 유증기 배출 관리와 기준치"(DB11/207-2023)**, **"주유소 유증기 배출 관리 및 기준치"(DB11/208-2023)**이다. 이를 통해 배출 기준치와 누출 점검 규정을 강화하고, 측정 항목을 확대하였다. 이와 더불어 기온 상승으로 VOCs 배출량이 증대되는 문제를 해결하기 위해 베이징시는 여름철 피크 시간대를 피해서 연료를 하역하거나 야간 주유를 지원하는 정책들을 발표하였다.

## 아스팔트 관련 산업

아스팔트는 도시화에서 빠질 수 없는 자재로, 주로 고온 환경에서 포장 작업이 이루어진다. 아스팔트 생산, 운송과 포설 과정에서 VOCs가 배출되는데

베이징시는 이를 제어하기 위해 다양한 조치를 시행하였다. 2022년 베이징시는 "아스팔트 콘크리트 친환경 평가 기술 가이드라인"(BJJT/0066-2022)을 발표하여 아스팔트 콘크리트 친환경 평가 및 라벨링을 체계화하였다. 이어서 베이징시는 "아스팔트 믹싱플랜트 친환경 생산 기술 기준 및 평가 방법"(DB11/T 2424-2025)을 제정하여, 아스팔트 산업 전반의 다양한 공정에서 발생하는 VOCs 배출을 저감하기 위한 일련의 조치를 시행하였다.

이를 통해 아스팔트 믹싱 설비와 자재 운송의 친환경 전환을 촉진하고, 아스팔트 콘크리트의 친환경 운송 체계 구축을 장려했으며 기존 핫 믹스 아스팔트보다 VOCs 배출량이 적은 워밍 믹스 아스팔트 보급을 확대하였다.

아울러 베이징시는 VOCs를 더욱 효과적으로 처리하기 위해 오염물질 처리시설과 관련 기술의 개발을 지원하였다. 이러한 일련의 조치는 베이징시가 오염원별, 공정단계별 VOCs 관리체계로



아스팔트 콘크리트 친환경 평가 기술 가이드라인 (BJJT/0066-2022)  
출처 | 베이징시 생태환경국, 베이징시 교통위원회

아스팔트 믹싱 플랜트 친환경 생산 기준과 평가방법 (DB11/T 2424-2025)  
출처 | 베이징시 시장 관리감독국

전환하고 있음을 보여주는 대표적인 사례라 할 수 있다.

3) 생활오염원 부문

베이징시는 산업과 수송 부문의 오염 배출 관리에 이어 요식업과 차량 정비업 등 생활오염원까지 VOCs 관리 범위를 확대하고 있다.

요식업

베이징시는 요식업과 서비스업이 밀집되어 있어 도시 VOCs 전체 배출량 중 음식점에서 배출되는 조리훈의 기여도가 높다. 베이징시의 요식업 시장은 규모가 크고 업종이 다양하며 상업·주거 지역에 밀집되어 있다. 그중 다수 영세음식점은 운영 공간이 좁고 환기 시설이 부족하여 VOCs 관리에 큰 어려움을 겪어왔다.

이에 베이징시는 2018년 "요식업 대기오염물질 배출기준"(DB11/1488-2018)을 수립하였다. 해당 기준은 중국 국가 기준GB18483을 토대로 베이징시의 도시 실정을 반영해 마련된 것으로, 국가 기준에서 미세먼지와 VOCs 통합관리를 위한 조항이 추가되었다. 이는 중국 지방정부 차원에서

요식업을 대상으로 처음 도입한 비메탄탄화수소 배출 기준이자, VOCs 배출을 관리·제어하기 위한 지표라는 점에서 의의가 크다.

해당 기준에는 관련 작업 절차, 세부 기준, 유지보수 및 검사 방법 등이 명시되어 있다. 이는 정화시설을 구비할 때 과학적인 참고자료가 된다.



요식업 대기오염물질 배출기준 (DB11/1488-2018)  
출처 | 베이징시 환경보호국, 베이징시 품질기술감독국

아울러 베이징시는 음식점의 공사, 부지 선택,

임대, 사업자 등록, 인테리어 등 전반을 적극적으로 지원하여 요식업 환경 관리 수준을 한층 높였다.

자동차 정비 산업

자동차 정비 산업은 베이징시의 생활 부문 VOCs 주요 배출원이며 용제형 도료와 보조재를 대량으로 사용한다.

2023년 말까지 베이징시에 등록된 차량정비 기업 수는 총 4,890개소이다. 과거 5년간의 VOCs 배출 인벤토리 자료를 확인해 본 결과, 베이징시 차량정비업의 VOCs 연간 배출량은 약 2,000톤으로 생활오염원 배출 총량의 3.3%를 차지할 정도로 관리가 시급했다.

이 문제를 해결하기 위해 베이징시는 "차량정비업 대기오염물질 배출기준"(DB11 1228-2025), "차량정비업 건설사업 환경영향평가 가이드라인"(DB11/T 2058-2022), "차량정비업 오염관리 기술규범"(DB11/T 1426-2017)과 "차량정비와 해체업 청정생산 평가지표체계"(DB11/T 1265-2015) 등의 일련의 지방 기준을 수립하였고, 배출 기준, 원자재 VOCs 함유량, 정화설비 규격과 기록 저장 등의 조작 방법을

규정하였다. 또한 베이징시는 "차량정비업 오염 관리 업무 수첩"과 "현장 검사 기술 가이드라인"을 제작하여 사업장과 법 집행 기관을 지원하였다.

베이징시는 친환경 실천 성과관리제를 도입해 성과 등급에 따라 차등 관리를 시행했다. 이어서 "자동차 정비업 오염 관리 성과등급 평가 실시 세칙"을 제정하여 기업별 친환경 실천 성과를 평가하고 등급을 부여하였다. 또한 이를 근거로 고농도 오염 예·경보 발령 시 긴급 저감 조치 대상 기업 리스트를 작성하였다. 추가로 베이징시는 혁신 기술을 접목해 법 집행과 데이터 기반 관리 역량을 강화하였다. 이를 위해 VOCs 이동측정차량, 적외선 센서, 전기사용량 빅데이터 분석 등의 수단을 도입하여 주요 오염 배출원 파악, 오염원 근원 조사, 환경보전과 생산활동 병행 현황 검증 등을 지원하였다.

이외에도 베이징시는 공공과 민간 부문의 低 또는 제로 VOCs 함유 원보조재 보급 확대를 위해 다양한 조치를 시행했다.

2018년 베이징시는 "개혁 심화 및 개방 확대를 위한 주요 조치 행동 계획"에서 건축용 도료의 VOCs



차량정비업 대기오염물질 배출기준 (DB11 1228-2025) | 차량정비업 건설사업 환경영향평가 기술 가이드라인 (DB11/T 2058-2022) | 차량정비업 오염 관리 기술 규범 (DB11/T 1426-2017) | 차량정비업과 해체업 청정생산 평가지표체계 (DB11/T 1265-2015)

출처 | 베이징시 환경보국, 베이징시 경제정보기술국

함유량 관련 규정을 명시하였다. 2018년 9월 친환경 구매 정책이 개선되어 2019년부터 베이징시의 공공 건축, 유지보수 사업은 모두 低VOCs 함유 도료와 접착제를 의무적으로 사용하게 되었다.

또한, 마트, 전자재 시장, 생산기업 등 다양한 주체를 대상으로 표본조사를 시행하여 VOCs 함량 기준 이행 여부도 지속 감독하였다. 베이징시는 주기적으로 공식 사이트에 기준 미달 제품 또는 생산 기업과 판매처를 공개하였다. 검사 결과 2번 이상 기준 미달인 제품은 관련 법에 의거하여 생산 기업에 법적 책임을 추궁하였다. 그리고 베이징시는 VOCs 배출량이 많은(1톤 이상) 공업 기업을 대상으로 청정생산 평가 시행을 장려하고 평가 과정에서 발견된 VOCs 배출 관련 문제를 동시에 해결할 수 있게 지원하였다.

### 건설·건축 산업

앞서 언급한 조치 외에도 베이징시는 VOCs의 원천 감량을 위해 건축용 도료 및 접착제 제품의 VOCs 함유 기준을 수립하였다. 사후 배출 관리 시설을 통해 절감을 하는 기존 공업 배출원과는 다르게 건축 도료와 접착제는 노천에서 시공되기 때문에 해당 과정에서 배출되는 VOCs는 수집 및 처리가 힘들다. 연구 결과, 건축용 도료와 접착제는 베이징시 VOCs 주요 배출원으로 연 배출량은 8,000톤에 달하고 용제형 제품의 기여도가 특히 높다.

국가와 베이징시의 VOCs 감축 기준을 이행하고, 생태환경과 공중 보건을 보호하기 위해 베이징시는 "건축도료와 접착제 중 VOCs 함유량 지방 기준"을 개정하였다. 해당 기준은 건축용 도료와 접착제 제품의 VOCs 함유 기준을 세밀화하고, 건축용 도료와 접착제 제조 산업의 低VOCs 제품 R&D와 보급을 추진하여 시공 단계에서의 VOCs 배출을 효과적으로 저감시키는 효과를 가져다주었다. 이와 더불어 DB11/3005-2017을 기반으로 "건축용도료와

접착제 VOCs 함유 기준"(DB11/1983-2022)을 개정하여 국가 기준과 일관성을 확보하고, 베이징시의 VOCs 감축 관련 최신 요구 사항 등을 반영하였다. 즉 해당 기준은 건축도료와 접착제의 VOCs 함유 기준을 한 단계 세밀화하여 제품 사용과정에서 VOCs를 저감하였다. 또한, 해당 기준을 제정하여 제조업의 低VOCs 제품 개발과 보급을 촉진하였다.



건축용 도료와 접착제 VOCs 함유 기준 (DB11/1983-2022)

출처 | 베이징시 생태환경국, 베이징시 시장 관리감독국

## 3. 사례연구: 자동차 정비 산업 클러스터 VOCs 이동 측정

### 3.1 배경과 목표

도심과 근교의 자동차 정비 산업 클러스터에 위치한 차량정비업과 분사업은 베이징시의 VOCs 주요 배출원이다. 두 산업은 주로 차량정비, 페인트 분사, 유해 폐기물 저장 과정에서 대량의 VOCs를 배출한다. 우선 차량정비 과정에서 유기용제를 사용하여 자동차 부품을 세척할 때 VOCs가 배출된다. 다음으로 페인트 분사 단계(믹싱, 분사, 건조, 세척 등 공정)는 차량정비업의 VOCs 주요배출원이다. 마지막으로 유해폐기물 저장 시 적절히 밀폐되지 않을 경우 VOCs가 배출된다. 이렇듯 차량정비업의 VOCs관리는 다양한 배출원과 공정 등이 얽혀 있어 복잡하고 도전적인 과제로 여겨졌다. 이와 더불어 자동차 정비 산업 클러스터에는 영세 사업장 수십에서 수백 개가 밀집해 있는데 대부분 환경관리 상태가 미흡했다. 배출 확산성이 강하고, 성분이 복잡하여 기존 방식으로는 관리감독을 제대로 시행하기 힘들었다.



VOCs 오프라인모니터링 샘플 추출 과정

출처 | 베이징시 생태환경보호과학연구원

기존의 오프라인 모니터링 방식은 외부 모니터링 설비를 직접 활용하여 정기적으로 샘플을 추출하고,

실험실에서 분석을 진행하는 방식이다. 이 방식은 분석 정확도와 유연성이 비교적 높은 편이다. 그러나 분석 과정에서 많은 시간이 소요되고, 작업 수행을 위해 엄격한 기준이 요구되어 특정 지역 내 VOCs 농도 변화를 실시간으로 측정하기 어렵다는 한계가 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 베이징시는 기존 VOCs 모니터링 방식에 이동측정기술을 더해 실시간 고(高) 공간해상도 모니터링을 실현하였다. 궁극적 목표는 정기적이고 수동적인 법 집행에서 벗어나, 데이터를 기반으로 한 능동적 모델로 전환하는 것이다.

VOCs 이동측정은 주로 질량분석법을 활용한다. 질량분석법은 광학분석법보다 반응이 빠르고, 정밀도가 높고, 안정적인 장점을 가지고 있다. 또한 질량분석법은 크로마토그래피 분석법보다 데이터 분별력이 뛰어나다. 질량분석법에는 주로 연성 이온화와 경성 이온화 두 가지 기법이 사용된다. 그러나 두 기법은 기술의 한계가 있어 해당 문제를 해결하기 위해서는 표준 가이드라인과 관리감독 규범의 제정이 필요했다.

보완된 VOCs 이동측정기술규범은 측정기구의 성능, 규격, 품질보장과 평가 분석 등 여러 방면의 기준을 설정하여 규범화된 이동모니터링 체계를 구축하였다. 이는 데이터의 적용성과 비교 가능성을 향상시켜 베이징시의 VOCs 정밀 관리 지원 기반을 공고히 하였다.

### 3.2 추진수단

베이징시 생태환경국은 최근 5년간 시 차원에서 차량정비업과 기타 VOCs 배출원을 대상으로 특별 집행행동을 여러 차례 실시하였다. 이동모니터링은 모든 종류의 VOCs의 농도를 측정할 수 있으며, 농도에 따라 7개 등급으로 나뉜다. 가장 낮은 등급의



농도 범위는 0~200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 지도에는 초록색으로 표기된다. 최고 농도는 1,200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 보라색으로 표기된다. 가장 낮은 등급부터 순서대로 초록색, 연노란색, 노란색, 빨간색, 분홍색, 보라색으로 구분한다. 이런 방식은 모니터링 기관의 VOCs 농도 분포도 작성을 편리하게 해주어 오염물질 농도가 높은 지역을 빠르게 식별하도록 도와준다.

라이광잉(来广营) 사례를 예로 들면, 해당 지역에는 차량정비기업 28개소가 모여 큰 규모의 차량정비 산업 클러스터가 조성되어 있다. 2023년 이동측정 결과, 라이광잉 자동차 정비 산업 클러스터 내 2.6km마다 농도가 치솟는 지점이 발견되었고, 농도수치는 최고 수천  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준에 달하여 주변 주민의 일상생활에 피해를 주었다. 해당 지역의 여러 관측 지점이 지도상에 빨간색으로 표기되었다.

이동측정을 통해 VOCs 주요 배출지역을 확인한 뒤, 담당 부처는 마이크로 스케일 대기오염물질 확산 모델링 등으로 오염물질을 배출원을 찾아냈다. 그 후 베이징시는 배출원으로 확인된 기업에 원격 적외선 측정센서, 전력 사용량 모니터링, 휴대형 모니터링설비 등의 수단을 활용하여 현장 평가를 시행했다. 이 방법은 기업이 사전 신고하지 않은 오염배출 정황을 파악하고 VOCs 관리 체계의 결점을

찾을 수 있게 지원해주었다. 베이징시는 조사 결과에 근거하여 기준 미달 기업을 대상으로 '1기업 1대책(一企一策)'과 같이 전문적인 기술 가이드라인을 제공했다.

VOCs 관리의 이동측정 규범화 수요가 지속 확대되면서 베이징시 생태환경국은 2022년 3월 "VOCs 이동측정과 평가기술규범" 제정을 시작했다. 해당 규범(DB11/T 2174-2023)은 2024년 4월 1일부터 정식 시행되었다. 이는 규범화된 데이터 기반의 고효율 VOCs 모니터링을 향한 중요한 발걸음을 내디딘 거라 볼 수 있다.



VOCs 이동측정

출처 | 베이징 매일 그룹

· VOCs 이동측정 및 평가 기술 규범 발표 과정

2022	03.01 - 03.31	• 기술규범 작성 TF 설립, 작성 시작
	04.01 - 07.31	• 국내외 기준, 문헌 연구조사, 중국 VOCs 이동측정기술 현황 평가, 규범의 기술 가이드라인과 구조 확정
	08.01 - 09.30	• 차량 탑재형 VOCs 모니터링 설비 생산기업 시찰, 기술 실험 통해 모니터링 핵심 지표 설정, 설비 성능 차이 평가, 품질보증과 관리 규정 제정
2023	10.01 - 12.31	• 규범 초안 작성 완료, 베이징시 생태환경국 모니터링처의 지도에 따라 내용 개선, 데이터 분석과 검증 작업 시행
	01.10 - 01.20	• 내부 전문가 자문회의 개최, 전문가 검토의견 반영하여 초안 수정
	04.27 - 05.26	• 규범 초안 공개, 의견 수렴 거쳐 최종 확정
	12.25	• 공식 승인

3.3 정책성과

이동 모니터링 기술과 기준 규범은 차량정비업의 VOCs 정밀화 관리를 지원하였고, 그 결과 베이징시의 차량정비 산업 클러스터 주변지역의 대기질이 현저히 개선되었다.

베이징시는 이동 모니터링 데이터와 VOCs 인벤토리, 전력 사용량, 기업 생산계획 등을 서로 결합하였다. 예를 들어, 사업장이 생산 활동 신고를 하지 않은 시간대에 VOCs 농도가 높게 유지될 경우, 신고를 하지 않았거나 불법 경영 행위를 시행한 것을 의미한다.

라이광잉 사례를 통해 알 수 있듯, 유관 부처에서는 이동 모니터링 기술을 활용하여 VOCs 고농도 지역을 쉽게 추적하고 더욱 정밀한 현장 조사와 근원조사를 시행한다.

모니터링 결과에 따라 유관부처에서는 총 면적 22km<sup>2</sup>를 대상으로 36개의 모니터링 핵심 지역을 선별하여 조사하였고 그 결과, 차량정비업 도료

믹싱, 분사, 오염관리시설, 유해폐기물 관리 등 6대 부문에 40여 개의 오염 관련 문제가 발견되었다.

VOCs 정밀화 관리, 관리 시설 고효율화 개조, 유해폐기물 관리 규범 강화를 실시한 결과, 2024년 10월 베이징 5환(環) 지역 차량정비 산업 클러스터의 고농도 오염 발생 빈도가 현저히 줄었다. 이동측정 중에 탐지되는 고농도 지역은 3개에서 1개로 줄었고, 피크 농도도 80% 감소하였다. 주민들도 해당 지역을 지나다닐 때 예전과 같은 악취가 잘 나지 않는다고 반응했다.



이동측정차량 출처 | 베이징시 생태환경국

## 4. 정책제안

베이징시는 다년간의 VOCs 관리 경험을 통해 다른 유사한 사례를 겪고 있는 도시에 많은 시사점을 주고 있다.

### 1) 단계별, 오염원별 맞춤형 방법 추진

연료 판매, 인쇄업, 공업도장 등 영향이 큰 산업의 VOCs 배출을 우선 저감하고, 요식업, 차량정비업, 소형 제조업 등 시민 생활과 밀접한 배출원까지 조치 범위를 점차 확대하는 방식은 매우 효율적인 접근 방식이다.

2) 도시 역량을 기반으로 한 강화된 지방기준 수립 지방 정부는 국가보다 더욱 엄격한 VOCs 기준과 규정을 제정할 수 있다. 규정은 도시의 기술 역량에 따라 제정되며, 기준을 강화할수록 실현 가능성이 높아진다.

### 3) 기술역량 구축 및 정밀 집행 추진

첨단 기술을 통해 정기 조사를 시행하고, 효율적이고 강력한 지방 기준을 통해 맞춤형 법 집행을 시행할 수 있다. 이동모니터링 사례를 통해 기술을 결합한 수단이 단속 효율을 대폭 향상해줄 수 있음을 알 수 있다. 실시간으로 배출 분포도가 생성되어 유관부처가 더욱 효율적으로 영세기업이 밀집한 지역에서 오염원 근원 조사를 할 수 있게 지원한다. 에너지소모량 등의 데이터와 결합하여 기업의 불법행위 또는 미등록 경영행위 시행여부를 식별할 수 있다. 이를 통해 조사의 신뢰도와 데이터 지원을 강화할 수 있다.

### 4) 저VOCs제품 보급 확대 및 행위 습관 변화

공공 및 민간에서 저VOCs 제품 보급을 확대하는 것은 VOCs를 원천 감량하기에 좋은 수단이다. 예를 들어, 공공 사업 추진 시 저VOCs 제품 사용 의무화, 인증제도를 이용한 민간의 친환경 제품

사용 확대는 VOCs를 원천 감량할 수 있다. 추가로 기준 미달 제품 정보 공개, 소비자 샘플링 조사를 정기 시행하여 시장의 기준 이행을 촉진할 수 있다. 마지막으로, 시민의 참여는 VOCs의 장기 감소에 매우 중요한 역할을 한다. 시민의 저VOCs 제품 사용을 확대하면 친환경 소비 환경을 조성하여 시장의 기준 향상을 자연스럽게 촉진할 수 있다.

## References

- 2021年北京市空气质量首次全面达标. 2021年北京市空气质量首次全面达标\_数据解读\_首都之窗\_北京市人民政府门户网站. (2022, January 5). [https://www.beijing.gov.cn/gongkai/shuju/sjjd/202201/t20220105\\_2582724.html](https://www.beijing.gov.cn/gongkai/shuju/sjjd/202201/t20220105_2582724.html)
- 7月起北京执行在用车排放标准b限值. 7月起北京执行在用车排放标准b限值\_中青在线-汽车频道. (2024, June 25). [https://auto.cyol.com/gb/articles/2024-06/25/content\\_PbGpXBcWl0.html](https://auto.cyol.com/gb/articles/2024-06/25/content_PbGpXBcWl0.html)
- The People's Government of Beijing Municipality. (2020, July 30). Heavy Air Pollution Contingency Plan of Beijing municipality. Heavy Air Pollution Contingency Plan of Beijing municipality\_others\_北京市人民政府外事办公室. [https://wb.beijing.gov.cn/en/policy\\_release/others\\_1/202007/t20200730\\_1966606.html](https://wb.beijing.gov.cn/en/policy_release/others_1/202007/t20200730_1966606.html)
- 中共北京市委北京市人民政府关于全面加强生态环境保护坚决打好北京市污染防治攻坚战的意见. 北京市人民政府办公厅. (2016, December 28). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/szfgfxwj/325832637/index.html>
- 中共北京市委北京市人民政府关于深入打好北京市污染防治攻坚战的实施意见. 北京市生态环境局官网. (n.d.). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/szfgfxwj/325751272/index.html>
- 储油库油气排放控制和限值 (DB11/ 206—2023). 北京市生态环境局官网. (2023a, October 10). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/679767/436248928/2023110613053117479.pdf>
- 全市新能源汽车保有量超百万辆. 全市新能源汽车保有量超百万辆-报纸网络-北京市发展和改革委员会. (2025, April 2). [https://fgw.beijing.gov.cn/gzdt/fgzs/mtbdx/bzwlxw/202504/t20250402\\_4053797.htm](https://fgw.beijing.gov.cn/gzdt/fgzs/mtbdx/bzwlxw/202504/t20250402_4053797.htm)
- 全文实录: 2023年北京市空气质量新闻发布会. 全文实录| 2023年北京市空气质量新闻发布会. (2024, January 4). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwfb/436345237/index.html>
- 全文实录: 《2024年北京市生态环境状况公报》新闻发布会. 全文实录 |《2024年北京市生态环境状况公报》新闻发布会. (2025, May 9). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwfb/743621255/index.html>
- 全文实录: 北京市2024年夏季VOCs治理攻坚战行动新闻发布会. 北京市生态环境局官网. (2024a, June 25). [https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwfb/543346681/index.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/ywdt28/xwfb/543346681/index.html?utm_source=chatgpt.com)
- 关于印发《大气污染物与温室气体融合排放清单编制技术指南(试行)》的通知. (2024, January 30). [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202401/t20240130\\_1065242.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202401/t20240130_1065242.html)
- 关于开展整治违法排污企业保障群众健康环保专项行动的通知. 北京市生态环境局官网. (2013, July 11). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/hbjfw/2015zq/604928/index.html>
- 加油站油气排放控制和限值 (DB11/ 208—2023). 北京市生态环境局官网. (2023b, October 10). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/679767/436248934/2023110613053117479.pdf>
- 北京印刷业高质量发展迈出坚实步伐. 北京印刷业高质量发展迈出坚实步伐-地方工作-国家新闻出版署. (2024, March 25). [https://www.nppa.gov.cn/xxfb/dfgz/202403/t20240325\\_839583.html](https://www.nppa.gov.cn/xxfb/dfgz/202403/t20240325_839583.html)

- 北京发布3项新修订油气地方标准 明年4月1日起实施. 北京发布3项新修订油气地方标准 明年4月1日起实施--中国能源新闻网. (2023, October 26). [https://www.cpnn.com.cn/news/dfny/202310/t20231026\\_1645368.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.cpnn.com.cn/news/dfny/202310/t20231026_1645368.html?utm_source=chatgpt.com)
- 北京在全国率先建立VOCs监测体系 走航监测紧盯VOCs排放. 京报网. (2021, July 27). <https://news.bjd.com.cn/2021/07/27/137491t100.html>
- 关于《北京市大气污染防治条例》实施情况的报告(书面). 关于《北京市大气污染防治条例》实施情况的报告(书面)\_专项工作报告\_北京市人民代表大会常务委员会. 北京市人大常委会门户网站. (2015, May 8). [https://www.bjrd.gov.cn/zyfb/zdgz/jdzh/jdgs/zxgzbg/202012/t20201222\\_2179303.html](https://www.bjrd.gov.cn/zyfb/zdgz/jdzh/jdgs/zxgzbg/202012/t20201222_2179303.html)
- 北京市人民政府关于印发《北京市“十三五”时期环境保护和生态建设规划》的通知. 北京市人民政府门户网站. (2016, December 28). [https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj2016/szfwj/201905/t20190522\\_60069.html](https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj2016/szfwj/201905/t20190522_60069.html)
- 北京市人民政府办公厅关于印发《北京市新污染物治理工作方案》的通知. 北京市人民政府办公厅关于印发《北京市新污染物治理工作方案》的通知\_市级\_首都之窗\_北京市人民政府门户网站. 北京市人民政府办公厅. (2023, May 13). [https://www.beijing.gov.cn/zhengce/gfxwj/sj/202305/t20230516\\_3104666.html](https://www.beijing.gov.cn/zhengce/gfxwj/sj/202305/t20230516_3104666.html)
- 北京市产业地图. 北京市发展和改革委员会. (n.d.). <https://project.fgw.beijing.gov.cn/zt/2024/cydt/>
- 北京市大气污染治理工作再升级 从“一微克”到“0.1微克”. 北京市大气污染治理工作再升级 从“一微克”到“0.1微克”\_地方动态\_中国政府网. (2025, February 5). [https://www.gov.cn/lianbo/difang/202502/content\\_7005604.htm](https://www.gov.cn/lianbo/difang/202502/content_7005604.htm)
- 北京市环境保护局. (2015, May 13). 炼油与石油化学工业大气污染物排放标准(DB11/447—2015). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/679767/1712886/2022083011191571530.pdf>

- 北京市环境保护局关于印发“十二五”期间本市重点监控企业更新名单的通知. 北京市环境保护局. (2013, April 12). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/hbjfw/2015zq/604910/index.html>
- 本市印发《北京市2013-2017年清洁空气行动计划》. 北京市生态环境局. (2013, September 13). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/sthjlyzwg/wrygl/603133/index.html>
- 北京:技术手段实现对施工工地扬尘问题24小时监控. 北京:技术手段实现对施工工地扬尘问题24小时监控\_滚动新闻\_中国政府网. (2018, February 8). [https://www.gov.cn/xinwen/2018-02/08/content\\_5265047.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2018-02/08/content_5265047.htm)
- 印刷业挥发性有机物排放标准(DB11/1201—2015). 北京市生态环境局官网. (2015a, May 13). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/2018/11/2018111914535245887.pdf>
- 印刷工业大气污染物排放标准(DB11/1201—2023). 北京市生态环境局官网. (2024b, April 24). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/326102048/2023050614153738651.pdf>
- 工业涂装工序大气污染物排放标准(DB11/1226—2015). 北京市生态环境局官网. (2015b, August 18). [https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/bjhrb\\_810265/511791/2019122314522344719.pdf](https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/bjhrb_810265/511791/2019122314522344719.pdf)
- 建设项目环境影响评价技术指南汽车维修(DB11/T 2058—2022). 北京市生态环境局官网. (2022, December 17). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/326012321/2023010417304330548.pdf>
- 智慧监管助力北京朝阳区汽修行业VOCs污染精细化治理. 中国环境网. (2024, October 26). <https://www.cenews.com.cn/news.html?aid=1171549>

- 有机化学品制造业大气污染物排放标准(DB11/447-2015). 北京市生态环境局官网. (2017, January 10).
- 汽车维修业大气污染物排放标准(DB11/1228—2025). (2025, April 21). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/743603058/2025070312055938898.pdf>
- 汽车维修业污染防治技术规范(DB11/T 1426—2017). (2017, June 29). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/2017/08/2017080917475992038.pdf>
- 沥青混合料搅拌站绿色生产技术要求 and 评价方法(DB11/T 2424—2025). 北京市生态环境局官网. (2025, June 24). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/743686045/2025070816293618669.pdf>
- 油罐车油气排放控制和限值(DB11/207—2023). 北京市生态环境局官网. (2023c, October 10). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/679767/436248931/2023110613051216464.pdf>
- 清洁生产评价指标体系 汽车零部件及配件制造业(DB11/T 2346-2024). 地方标准 - 全国标准信息公共服务平台. (2024, December 25). <https://std.samr.gov.cn/db/search/stdDBDetailed-CNF?id=2ADDC47F79EEC7FAE06397BE0A0A3075>
- "煤改电"取暖设备更新可获补贴. "煤改电"取暖设备更新可获补贴\_信息提示\_首都之窗\_北京市人民政府门户网站. (2014, November 11). [https://www.beijing.gov.cn/fuwu/bmfw/sy/jrts/202411/t20241111\\_3937265.html](https://www.beijing.gov.cn/fuwu/bmfw/sy/jrts/202411/t20241111_3937265.html)
- 关于印发《京津冀及周边地区2017-2018年秋季大气污染防治综合治理攻坚行动方案》的通知. 环境保护部. (2017, August 17). [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201708/t20170824\\_420330.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201708/t20170824_420330.htm)

- 美丽中国先锋榜(26) | 综合施策 全面治理 坚决打赢首都蓝天保卫战--北京2013-2018年大气污染治理历程. 生态环境部. (2019, September 24). [https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201909/t20190924\\_735251\\_wh.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk15/201909/t20190924_735251_wh.html)
- 餐饮业大气污染物排放标准(DB 11/1488—2018). 北京市生态环境局官网. (2018, January 8). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/2018/01/2018012214300944367.pdf>
- 我市修订发布地方标准《汽车制造业大气污染物排放标准》(DB11/1227-2023). 北京市生态环境局官网. (2023, May 6). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/326102034/index.html>
- 《汽车制造业大气污染物排放标准》(DB11/1227-2023). (2023, April 24). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/zfxxgk43/fdzdgknr2/zcfb/dfbz87/326102034/2023050614134147748.pdf>
- 木质家具制造业大气污染物排放标准(DB11/1202-2015). 北京市生态环境局官网. (2015, May 13). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/2018/11/2018111914541740414.pdf>
- 建筑类涂料与胶粘剂挥发性有机化合物含量限值标准(DB11 1983-2022). 北京市生态环境局官网. (2022, April 1). <https://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/resource/cms/article/679767/325751774/2022040808433325803.pdf>
- 北京市沥青混合料绿色评价技术指南(BJJT/0066--2022). 北京市交通委员会官网. (2022, December 6). <https://jtw.beijing.gov.cn/xxgk/tzgg/202212/P020221228527804802309.pdf>

## ICLEI Local Governments for Sustainability

‘ICLEI-지속가능성을 위한 세계지방정부협의회’는 지속가능한 도시 발전을 위해 헌신하는 2,500개 이상의 지방 및 광역정부가 참여하는 글로벌 네트워크입니다. ICLEI는 탄소중립 도시, 자연기반 도시, 공정한 도시, 회복력 있는 도시, 순환경제 도시 발전을 촉진하기 위해, 전 세계 127개국에서 정책 수립과 지역 실행을 지원하고 있습니다. ICLEI 회원도시와 전문가들은 동료 학습, 파트너십, 역량 강화 활동을 통해 도시 지속가능성을 위한 구조적 변화를 만들어가고 있습니다.

### 동아시아 사무국 동아시아본부

03188 대한민국 서울특별시 종로구

종로 38 서울글로벌센터 14층

Tel. 02-3789-0498

Fax. 02-3789-0497

in @ICLEI East Asia Secretariat

X @ICLEIEAS

🦋 @icleieastasia.bsky.social

f @ICLEI East Asia Secretariat

