

山西省“十四五”环境空气质量改善和 气候协同治理目标对策研究

摘要

山西省环境规划院

2021年12月28日

报告编写人员：

山西省环境规划院

罗锦洪 谢卧龙 焦姣 杨锦锦 李宇飞 韩海忠
张文峰 王娜

1 “十三五”大气污染防治工作开展情况

“十三五”期间，山西省紧扣产业、能源、交通、用地四大结构调整，持续改善大气环境质量。加强工业企业大气污染综合治理，强力推进“散乱污”企业整治，淘汰取缔1万余家。开展燃煤锅炉治理，设区市建成区35蒸吨及以下燃煤锅炉基本淘汰。深入开展工业企业达标排放治理，全省燃煤机组全部实现超低排放，钢铁、水泥、焦化企业完成特别排放限值改造。持续推进北方地区清洁取暖和散煤治理，全省11个市和69个县（市、区）完成“禁煤区”划定。强化移动源污染防治。打好柴油货车污染治理攻坚战，2019年8个重点城市提前实施机动车国六排放标准，大力推进“公转铁”，推进外运煤炭铁路运输，累计淘汰老旧车10余万辆、国三及以下排放标准营运柴油货车10余万辆。强化施工工地扬尘管控，严格落实建筑工地施工扬尘“六个百分之百”要求。扎实开展秋冬季大气污染防治综合治理攻坚行动，实施太原及周边“1+30”区域联防联控，进一步强化重点区域管控。

2 “十三五”大气污染防治工作成效

2.1 大气污染物减排效益

通过“十三五”期间，钢铁、焦化、电力等行业落后产能淘汰，燃煤电力、钢铁、焦化等重点行业深度治理，柴油老旧车淘汰、生活源锅炉淘汰治理、清洁取暖散煤替代等措施，可实现二

二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和挥发性有机物分别减排 35.7 万吨、29.7 万吨、28.3 万吨和 28.0 万吨。

“十三五”期间，民用行业是二氧化硫减排贡献最大政策措施，占比达到 67%，工业行业占比 21%，电力占比 12%，交通行业占比不足 1%；工业行业是氮氧化物减排贡献最大的政策措施，占比达到 44%，交通行业占比达到 26%，民用行业和电力行业占比分别是 17%和 13%；民用行业是颗粒物减排贡献最大的政策措施，占比达到 61%，工业行业占比为 34%，电力行业和交通行业占比分别是 4%和 1%；工业行业是挥发性有机物减排贡献最大的政策措施，占比达到 73%，民用行业占比为 26%，交通行业占比为 1%，电力行业占比不到 1%。

“十三五”期间二氧化硫和颗粒物民用行业是最大的大气污染物减排贡献最大的行业，得益于蓝天保卫战过程中对面源实施的燃煤锅炉淘汰、提标改造和民用散煤清洁取暖的大量工程和措施的实施落地；氮氧化物减排得益于各类电力、钢铁、焦化落后过剩产能的淘汰和各类工业窑炉的深度治理；挥发性有机物减排最大贡献行业是工业行业，得益于焦化行业产能淘汰和深度治理。

2.2 碳协同减排效益

“十三五”期间,通过电力、钢铁、焦化等行业落后产能淘汰、电力行业超低排放改造、民用散煤清洁取暖改造、交通源淘汰老旧车辆等措施，可实现年均 1.02 亿吨二氧化碳减排。

各行业碳协同减排行业占比来看，民用行业清洁取暖改造和燃煤锅炉淘汰是碳协同贡献最大的行业，占比达到 46%；工业行业贡献为第二，占比达到 33%；其次是电力和交通行业。各类措施碳协同减排占比来看，燃煤锅炉淘汰是碳协同贡献最大的措施，占比达到 34.2%；燃煤电力机组淘汰贡献占比排第二，占比达到 19.6%，其次是焦化产能淘汰和清洁取暖改造，其他措施占比不去 10%。

3 “十四五”环境空气质量改善建议目标

基于各市 2020 年 $PM_{2.5}$ 年均浓度值及大气污染防治工作基础，按照“环境质量只能更好、不能变坏”，“污染越重、削减比例越高的梯级削减”的原则确定 2025 年和 2035 年空气质量目标。

具体为：2020 年 $PM_{2.5}$ 年均值超标 20% 以下（含）的，每五年的降幅不得低于 10%；超标 20% 至 50%（含）的，每五年的降幅不得低于 12%；超标 50% 至 100%（含）的，每五年的降幅不得低于 15%；超标 100% 的，每五年的降幅不得低于 18.5%。

按照以上原则，全省 11 市国控站点细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）2025 年平均目标浓度为 $40\mu g/m^3$ ；2035 年，全省大气环境质量根本好转，细颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）年均浓度全面达标。

摘要表 1 全省各设区市 $PM_{2.5}$ 空气质量目标

地 区	2025 年目标($\mu g/m^3$)	2035 年目标($\mu g/m^3$)
太原市	45	稳定达标
大同市	31	
朔州市	33	

地 区	2025 年目标($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2035 年目标($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
忻州市	38	
吕梁市	35	
晋中市	37	
阳泉市	40	
长治市	38	
晋城市	41	
临汾市	47	
运城市	49	
全 省	40	

以环境质量目标实现为前提，预留 5%的安全余量，核算山西省各地区大气污染物允许排放量。相比 2019 年，2025 年各市 SO_2 需削减 4.0%~27.1%， NO_x 削减 8.8%~24.5%，一次颗粒物削减 3.7%-30.2%， VOCs 削减 5.6%-31.1%，全省 SO_2 、 NO_x 、一次颗粒物、 VOCs 总体需要削减 19.5%、19.0%、22.2%、23.7%，才有可能达到 $\text{PM}_{2.5}$ 空气质量的目標。2035 年各市 SO_2 需削减 6.2%~71.5%， NO_x 削减 15.7%~59.0%，一次颗粒物削减 7.5%~70.1%， VOCs 削减 9.6%~68.6%，全省 SO_2 、 NO_x 、一次颗粒物、 VOCs 总体需要削减 45.8%、40.4%、44.0%、48.3%，才有可能达到 $\text{PM}_{2.5}$ 空气质量的目標。

4 协同控制建议及实施效果预评估

4.1 协同控制建议

在能源结构、产业结构和运输结构三大结构调整上，从控制煤炭消费总量、淘汰钢铁和焦化落后产能、大力推广新能源车、推进大宗物料公转铁等方面制定结构调整措施。

在能源消费总量控制方面，“十四五”煤炭消费总量保持稳定，争取实现负增长，新增能源消费需求主要由煤层气及非化石能源满足。

在产业结构优化方面，“十四五”期间钢铁、焦化、水泥、燃煤发电量等主要工业产品产量不再增加。钢铁、焦化、水泥等重点工业行业结构调整方面持续实施淘汰落后产能。

4.1.1 强化空间管控，优化传统产业布局

疏解转移平原地区重污染行业。严格落实“三线一单”空间管控要求，有序解决城区及周边大气传输通道重污染企业集聚问题，腾出人口集中区域大气环境容量。全面推进汾河谷地现有焦化、化工、钢铁、有色等重污染行业企业逐步退出城市规划区和县城规划区，利用 4.3 米焦炉升级改造契机，推动汾河谷地中焦化产能向汾河谷地外、对人口集中区域影响较小的地区转移。鼓励全省焦化、化工、钢铁、有色等重污染行业企业采用“飞地经济”模式，打破行政区划限制，向位于城市大气污染物传输通道外，对城镇人口集中区域影响较小的地区转移。

建立常态化规划环评会商机制。京津冀及周边 4 市、汾渭平原 4 市等重点区域内钢铁、焦化、电解铝、铸造、水泥、平板玻璃集中的园区、开发区，园区、开发区边界与相邻县（区、市）距离小于 5 公里时，应开展相邻县（区、市）之间规划环评会商，共同协商园区布局合理性。

4.1.2 坚持清洁改造，推动传统产业升级

促进传统产业升级改造。遵循生态化、减量化、循环化要求，积极引导焦化、钢铁、化工、有色金属等资源型产业生态化改造，延伸产业链条，发展精深加工，提高企业核心竞争力，助力构建绿色循环产业体系。电力行业在建成清洁煤电体系基础上，以区域大气污染防治为基础优化火电布局，严控火电燃煤机组增长速度，重点区域全面加强 30 万千瓦以下煤电机组淘汰、整合，不再新增煤电机组装机容量。钢铁行业严控产能规模，完成超低排放改造和转型升级，大力推动产业结构和布局调整，降低高炉、转炉炼钢产能，推动行业向国内先进水平迈进。建材行业推动水泥超低排放与技术升级，加快推广第二代新型干法水泥，推动建设绿色建材行业体系。新建项目产能技术工艺、装备水平和节能减排指标必须达到国际先进水平以上。支持企业运用物联网、大数据、人工智能等新技术，加快传统产业智能化、清洁化改造，提升绿色化生产水平。所有新建项目必须满足区域污染物排放总量控制和相关产业政策要求，新建项目投产后整合替代项目同步关停。

推进焦化行业高端化、链条化发展。加快提升焦化行业装备水平和化产精深加工利用水平。新建焦化项目严格按照国家及山西省最新排放标准及限值要求，进行设计、建设和监管，落实产能置换和污染物排放量倍量削减要求。新建焦化项目捣固焦炉必须达到炭化室高度 6 米及以上，顶装焦炉应达到炭化室高度 6.98

米及以上，力争到 2022 年，先进产能占比达到 60% 以上。

大力发展清洁生产。以能源、冶金、焦化、建材、有色、化工、工业涂装、包装印刷等行业作为重点，全面落实强制性清洁生产审核要求。企业实施清洁生产重点技术改造项目和自愿节约资源、削减污染物排放量协议中载明的技术改造项目，给予资金和政策支持。企业用于清洁生产审核和培训的费用，可以列入企业经营成本。对达到国际清洁生产领先水平企业，在政府绿色采购、企业信贷融资等方面给予优先支持，纳入监督执法正面清单。已达标企业通过清洁生产技术升级改造实现的主要污染物排放稳定削减量，在完成主要污染物减排任务的基础上，可按相关规定将富余指标进入排污权交易市场进行交易，或用于企业自身发展所需的产能扩容及新产品新增产量所需的污染物排放指标。

4.1.3 淘汰落后产能，遏制“两高”行业扩张

严格落实《产业结构调整指导目录》要求，全面清理淘汰类，坚决完成限制类升级改造。按照布局优化、产业提升、污染减少的原则，开展钢铁行业优化整合，明确钢铁行业限制类装备分年度退出时间表，2023 年太原及周边“1+30”区域钢铁限制类装备全部退出，2025 年底前全省钢铁行业限制类装备全部退出。加大 4.3 米焦炉淘汰力度，2021 年底前汾河谷地完成淘汰，2023 年底前其他地完成区淘汰。全部淘汰关停不达标的燃煤小火电机组。按需完成 60 万千瓦等级纯凝机组供热改造，大容量、高参

数机组比重达到 95% 以上。化肥行业固定床间歇式煤气化炉、燃煤热风炉及热电联产供热管网覆盖范围内的燃煤加热、烘干炉（窑）完成淘汰；有色行业燃煤干燥窑、燃煤反射炉、以煤为燃料的熔铅锅和电铅锅全面淘汰。

严把高耗能高排放项目准入关口，严格落实污染物排放区域削减要求，对不符合规定的项目坚决停批停建。依法依规淘汰落后产能和化解过剩产能。推动高炉—转炉长流程炼钢转型为电炉短流程炼钢。重点区域严禁新增钢铁、焦化、水泥熟料、平板玻璃、电解铝、氧化铝、煤化工产能。

4.1.4 对标行业标杆，深化工业炉窑治理

稳步推进工业炉窑深度整治。积极推进《钢铁工业大气污染物排放标准》《炼焦化学工业大气污染物无组织排放与控制标准》《煤炭洗选工业污染物排放标准》3 项地方标准的发布实施；推进水泥、工业炉窑、工业涂装、瓦斯发电、耐火材料、化学肥料等大气污染物排放标准的制定。持续推进钢铁行业超低排放改造，实施独立焦化行业超低排放改造（有组织和无组织排放及清洁运输执行钢焦联合企业焦化超低排放标准，熄焦工艺采用干法），2023 年底前全部完成。铸造行业完成 10 吨/小时以下的熔炼炉改电炉，10 吨/小时以上熔炼炉改用天然气或电等清洁能源工作，铸造行业标准未发布前，铸造行业的烧结、高炉工序污染物排放控制按照钢铁行业相关标准执行。电解铝行业进一步提高烟气脱硫效率，加大热残极冷却过程无组织排放治理力度，建设封闭高

效的烟气收集系统，实现残极冷却烟气有效处理。玻璃熔炉、石灰窑、耐火材料、熔剂厂熔融炉窑、砖瓦人工干燥及焙烧窑全面完成除尘脱硫脱硝改造，实现稳定达标排放。

加强颗粒物无组织排放管理。在保障生产安全的前提下，焦化、钢铁、建材等重点行业生产工艺过程及物料储存、输送等无组织排放环节采取密闭、封闭等有效措施，有效提高废气收集率。生产工艺产尘点(装置)应采取密闭、封闭或设置集气罩等措施；粒状、块状物料应采用入棚入仓或建设防风抑尘网等方式进行储存，粒状物料采用密闭、封闭等方式输送。物料输送过程中产尘点应采取有效抑尘措施；煤粉、粉煤灰、石灰、除尘灰、脱硫灰等粉状物料应密闭或封闭储存，采用密闭皮带、封闭通廊、管状带式输送机或密闭车厢、真空罐车、气力输送等方式输送。持续推进露天矿山综合整治，实施“一矿一策”，加强生态修复、绿化美化，未通过验收的一律不得恢复生产。对责任主体灭失的露天矿山，各市政府组织实施修复绿化，减尘抑尘。坚决关闭设区市建成区及周边露天矿山，重点地区原则上禁止新建露天矿山建设项目。

4.1.5 实施全过程控制，加快 VOCs 综合整治

围绕焦化、煤化工、精细化工、工业涂装等重点领域，按照“源头—过程—末端”治理模式进行全流程控制，大力推进低(无) VOCs 原辅材料生产和替代，全面加强无组织排放管控。

优先在重点区域、重点行业大力推广使用低 VOCs 含量的涂

料和原辅材料，提高源头替代，减少 VOCs 产生。工程机械制造行业推广使用高固体分、粉末涂料，到 2023 年底前，使用比例达到 50% 以上。钢结构制造行业大力推广使用高固体分涂料，到 2023 年底前，使用比例达到 70% 以上。包装印刷行业使用水性、大豆基、能量固化等低（无）VOCs 含量的油墨和低（无）VOCs 含量的胶粘剂、清洗剂、润版液（酒精含量低于 5%）、洗车水、涂布液，到 2023 年底前，低（无）VOCs 含量绿色原辅材料替代比例不低于 75%。橡胶制品行业推广使用新型偶联剂、粘合剂，使用石蜡油等替代普通芳烃油、煤焦油等助剂。医药行业鼓励使用低（无）VOCs 含量或低反应活性的溶剂。农药行业要加快替代轻芳烃等溶剂，大力推广水基化类制剂。建筑装饰行业逐步淘汰溶剂型涂料和胶粘剂，到 2023 年实现水性涂料和胶粘剂替代率达到 40%。汽修行业大力推广使用水性、高固体分涂料，推进底色漆使用水性、高固体分涂料，到 2023 年替代率达到 60%。

所有涉 VOCs 排放企业应全面执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019），落实无组织排放控制要求。企业对照标准要求开展含 VOCs 物料（包括含 VOCs 原辅材料、含 VOCs 产品、含 VOCs 废料以及有机聚合物材料等）储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等无组织排放环节排查整治，对达不到要求的加快整改。企业载有气态、液态 VOCs 物料的设备与管线组件密封点大于等于 2000 个的，全面梳理建立台账，2021 年 6 月底前全行业完成一轮泄漏

检测与修复（LDAR）工作，及时修复泄漏源。其中，焦化、煤化工、合成树脂企业严格按照排放标准要求开展 LDAR 工作，重点加强搅拌器、泵、压缩机等动密封点，以及低点导淋、取样口、高点放空、液位计、仪表连接件等静密封点的泄漏管理；精细化工行业重点推广使用密闭化生产装备；橡胶制品业在密炼机进、出口安装集气罩局部抽风，硫化机上方安装大围罩引风装置，打浆、浸胶、涂布工序应安装密闭集气装置；工业涂装及包装印刷行业重点注重涂装及烘干方式，并尽量在密闭环境中完成喷涂工作。

聚焦治污设施“三率”，全面评估废气收集率、治理设施同步运行率和污染物去除率。按照“应收尽收”的原则提升废气收集率。推动取消废气排放系统旁路，因安全生产等原因必须保留的，要通过安装自动监控设施等方式加强监管。

VOCs 年产生量大于 10 吨的企业认定为重点管控企业，重点管控企业 2021 年底前制定企业内部 VOCs 无组织排放控制规程，并对照标准要求完成的无组织管控。每年对相关企业进行抽检，总抽检率达到 20%，抽检合格率、达标率达到 85% 以上。到 2025 年底前抽检合格率、达标率达到 100%。

4.1.6 着力推进能源消费结构优化

严格实施煤炭消费总量控制。严格执行国家、省重点耗煤行业准入规定。原则上限制新增煤电项目，严禁审批、核准、备案焦化、钢铁、水泥等新增产能项目。新增固定资产投资项目用能

设备要达到国家一级能效标准；新建高耗能项目单位产品(产值)能耗、煤耗要达到国内或国际先进水平。做好新建、改建、扩建用煤项目管理，将煤炭替代作为固定资产投资项目节能审查的重要内容。新建、改建、扩建的新增煤炭消费的固定资产投资项目实施煤炭消费减量或等量替代。其中，京津冀及周边地区4市、汾渭平原4市新建、改建、扩建耗煤项目严格实施减量替代；大同、朔州、忻州3市新建、改建、扩建耗煤项目实施等量替代，力争减量替代。“十四五”末实现重点区域年煤炭消费总量负增长。

提高煤炭消费效能。火电行业继续清理整顿违规项目，重点淘汰超期服役机组以及煤耗、环保、安全等达不到标准的机组，严格入炉煤质的管理，实施用能、用煤精细化管理。对标国内先进值，开展燃煤机组能效对标行动，进一步降低度电煤耗。焦化行业全面推进焦化产业园区化、绿色化、高端化发展，推广焦炉上升管余热回收等相关节能技术应用，开展焦化产业园区能源梯级利用，降低吨焦综合能耗水平。钢铁行业巩固去产能成果，持续推动高质量、专业化兼并重组，提高行业集中度。鼓励有条件地区和企业增加现有电弧炉、转炉的废钢铁使用量，降低铁钢比。推进转炉煤气和蒸汽回收、高炉渣余热回收等节能技术改造。

大力优化能源供给结构。“十四五”末，煤炭在一次能源消费中比重降至70%。因地制宜发展光伏、风电、煤层气等清洁能源产业，加快布局氢能、储能等新能源项目。依托大同、朔州、忻州北部三市，建设700万千瓦风电基地，有序推进吕梁、朔州、

忻州光伏发电基地建设，加快大同、寿阳、长治等光伏发电技术领跑基地建设，新增光伏发电装机 400 万千瓦。以沁水盆地和河东煤田为重点，全面加强煤层气资源区块储量勘探，加快晋中、沁源-古县、保德-河曲等 14 个省级以上煤层气规划矿区建设，加大煤层气资源供应。立足焦炉煤气资源优势，加快推进氢能产业链布局，力争形成 10 亿元氢能产业规模。推进“新能源+抽储”示范，推动储能在可再生能源消纳、电力调峰、能源互联网等领域广泛应用。非化石能源消费比重提高到 12% 左右。

4.1.7 持续降低煤炭散烧污染排放

持续深化燃煤锅炉综合整治。加快推进晋北三市 35 蒸吨/小时以下燃煤锅炉淘汰，实现全省范围内 35 蒸吨/小时以下燃煤锅炉清零。加快锅炉在线监控建设，全面加强锅炉监管力度，对不达标锅炉实施按日计罚，确保保留锅炉稳定达《锅炉大气污染物排放标准》（DB 141929-2019）排放限值。建立锅炉全口径动态清单，对未取得排污许可证的、不符合政策要求的锅炉列入“散乱污”名单，实现动态清零。

加快推进晋北三市清洁取暖。争取将晋北大同、朔州、忻州三市纳入国家北方地区清洁取暖实施范围。全省县（市、区）建成区全部划为“禁煤区”，“禁煤区”内生活取暖以集中供热、煤改电、煤改气、空气源热泵、太阳能等清洁能源方式为主，不得使用散煤或煤制品；县（市、区）城乡结合部以集中供热、煤改电、煤改气、生物质燃料+清洁炉具、洁净煤等取暖方式为主；

2023年实现县（市、区）建成区及周边5公里范围内清洁取暖覆盖率100%。

巩固重点地区清洁取暖成效。对照城市建成区、县城建成区和重点城市平原地区清洁取暖全覆盖目标，查遗补漏，按照市县建成区巩固提升、消除死角。完善财政补贴政策，实施以奖代补减排方案。遵循用户可承受、政府可支撑、运行可持续的原则，建立绩效补贴机制。对于年度绩效评价结果优秀的地区给予额外的奖励资金。以降低燃煤反弹风险、巩固环境效益为目标，探索以奖代补方案。多措并举推进生物质能、太阳能等多种可再生能源取暖方式。结合山西省“气少电多”的能源禀赋实际，大力推广电能替代，采取空气源热泵等多种形式实现农村取暖清洁化，鼓励利用生物质成型燃料和太阳能等清洁能源取暖方式。鼓励社会和民间资本投资到清洁取暖供热领域，培育在不增加政府预算、居民可承受基础上，因地制宜持续开展供热的、具备采暖能源交易资源的且采用专业集成数据信息平台开展业务、以数据采集和实时监控为依据的清洁取暖服务运营企业。开展合同能源管理，建立政府、企业、居民节能利益分享机制，鼓励企业和居民节能降耗，降低各级政府财政补贴和居民取暖成本支出，形成“企业为主、政府推动、居民可承受”的运营模式。

4.1.8 统筹推动运输结构改善，完善绿色交通体系建设

巩固大宗货物铁路运输格局。完善山西煤运通道，拓展向周边省市重要物流通道延伸干线。加大新建铁路项目推进力度，加

快货运铁路沿线战略装车点建设和铁路干线主要编组站设备设施改造扩能，提升铁路综合利用效率和路网运输能力。加快大型企业和物流园区铁路专用线建设。提升铁路的通达能力水平，出省煤炭、焦炭运输全部采用铁路运输；推进钢铁、电解铝、电力、焦化等重点工业企业全部接入或共用铁路专用线；逐步拓展农副产品、建材、商品等大宗生产生活物资“公转铁”运输量。对涉及大宗物料运输企业开展铁路专用线建设或铁路货运比例纳入重污染天气应急绩效分级管控体系，实施差异化管控，对符合环保要求、“公转铁”成效明显的工业企业，错峰生产任务分配和减排要求中适当放宽要求。力争汾河谷地公路货运量净削减。

积极推进机动车换代升级。加快老旧车淘汰，制定淘汰更新目标和实施计划，采用经济补偿、限制使用、加强监督执法等措施，加快国三及以下柴油车和老旧车、船淘汰，2025年前基本淘汰国三及以下营运类柴油车淘汰任务，加快淘汰采用稀薄燃烧技术或“油改气”的老旧燃气车辆。加大新能源或清洁能源车推广力度，加快推进存量非新能源公交车淘汰更新工作；推进城区内公务用车、环卫、邮政、轻型物流配送、金融押运等车辆全部采用新能源或清洁能源汽车；对于公共交通工具，到2024年底，市区人口100万以上的城市，新能源公共交通工具拥有量力争达到16标台/万人以上，市区人口100万以下的城市，力争达到12标台/万人。支持“绿色机场”“绿色货场”，在机场、铁路货场、物流园区等更新的作业车采用新能源或清洁能源；在物流园区、产

业工业园区、大型商业购物中心、农贸批发市场等集散地建立集中式充电桩和快速充电桩；联合相关部门制定出台优化承担物流配送的城市新能源车辆的便利通行政策。

加大柴油货车污染治理。制定柴油车专项治理实施方案，完善在用车达标监管政策制度，建立在用车精细化管控体系，巩固生态环境、公安教官、交通运输等部门联合执法机制；加大路检路查力度，严厉打击污染控制装置造假、屏蔽 OBD 功能、尾气排放不达标等行为；全面摸排柴油车超过 20 辆重点企业，对物流园、工业园、货物集散地、用车大企业等车辆集中停放重点场所开展监督抽测；持续实施城市过境车辆优化通行政策，固化“大气污染防治绿色示范区”；全省在用柴油车监督抽测排放合格率达到 98% 以上；对在用环节出现的集中车型超标问题应启动超标原因调查，涉及产品设计、生产问题，实施环境保护召回管理；加强重污染天气期间柴油货车管控和监督抽测，秋冬季重污染天气柴油货车监督抽查比例不低于当地柴油车保有量的 80%。

深化非道路移动源污染防治。实施国家非道路移动机械相应排放标准；进口二手非道路用移动机械和发动机应达到国家现行新生产非道路移动机械排放标准要求。加强对新生产、销售发动机和非道路移动机械的监督检查，重点查验污染控制装置、环保信息公开，并抽测部分机动车车型排放情况，对本行政区域内生产（进口）的发动机和非道路移动机械主要系族的抽检率达到 80%，覆盖全部生产（进口）企业。划定非道路移动机械控制区，

淘汰更新非道路移动机械。扩大禁止使用高排放非道路移动机械区域范围，各地秋冬季期间加强对进入禁止使用高排放非道路移动机械区域内作业的工程机械的监督检查，禁止超标排放工程机械使用，消除冒黑烟现象。促进老旧燃油工程机械淘汰，加快推进铁路内燃机车基本消除冒黑烟现象；加快新能源非道路移动机械的推广使用，鼓励机场、铁路货运、物流园区新增和更换的岸吊、场吊、吊车等作业机械，主要采用新能源或清洁能源机械。在划定的禁止使用高排放非道路移动机械区域内，鼓励优先使用新能源或清洁能源非道路移动机械。机场、铁路货场新增和更换的场吊、吊车等作业机械，主要采用新能源或清洁能源机械。加强示范引领，通过淘汰更新逐步实现非道路移动机械零排放或近零排放。

4.2 实施效果

4.2.1 碳排放

2020年山西省碳排放约4.9亿吨，煤炭、焦炭、石油、天然气几类能源的贡献占比分别为73.7%、15.8%、3.8%和6.6%。

根据生态环境部《空气质量全面改善行动计划（2021-2025年）》（征求意见稿），山西省除北部的大同市和朔州市外，其余9市属国家大气污染重点防治区域中的汾渭平原区域。根据《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》，“十四五”时期，重点区域严禁新增钢铁、焦化、水泥熟料、平板玻璃、电解铝、氧化铝、煤化工产能；汾渭平原煤炭消费量实现负增长。

本次研究建议“十四五”时期山西全省保持煤炭消费量负增长，严禁新增钢铁、焦化产能规模，可使煤炭、焦炭2类能源的消费量保持稳定。

山西省石油主要来源于外省市调入，因此不是主要的能源，且70%以上用于交通运输领域，随着新能源车辆的大范围推广，石油消费量会逐渐减少，“十三五”期间，山西省石油消费量从2015年的1082.3万吨上升到2017年峰值1285.7万吨后下降至2018年的1147.48万吨，2019年为1205.58万吨，预计2025年石油消费量不会有明显增加。

山西省大范围推行的“散煤替代”行动中，天然气是重要的替代能源，即煤炭消费减少的同时，天然气消费量将大幅增加。蓝天保卫战实施的2018-2020年间，山西省天然气消费量年均增长约12%。如果“十四五”时期保持12%的年增速，“十四五”末山西省天然气年消费量将增至2020年的1.77倍，增加约75亿立方米，二氧化碳排放增加约2550万吨。

4.2.2 大气污染物排放

钢铁、焦化、建材、火电等大气污染物排放量较大行业规模得到控制，煤炭消费总量争取负增长，新增大气污染物排放压力较小。

摘要表2 核算结果汇总

项目工程	二氧化硫	氮氧化物	颗粒物	VOCs
减排量（万吨）	5.7	5.1	6.2	9.0
减排比例	22.0%	9.5%	7.4%	38.0%