

# 汾渭平原地区农村民用 散煤治理观察报告



空气侠

 SEE  
北京市企业家环保基金会

 ENERGY FOUNDATION  
能源基金会

## 报告团队：

赵 亮 马小风 刘 勇 李丙南 冷昕媛 闫文慧

## 指导专家/审稿：

西北政法大学环境法律与政策研究中心	丁岩林 主任
西安交通大学能源与动力学院	孙 健 副教授
清华大学社会学系	晋 军 副教授
西北大学经济管理学院	王 凤 教授
山西财经大学法学院	曹 霞 教授
中科院地球环境研究所	张宁宁 研究员
陕西省社科院	闵晶晶 助理研究员
山西师范大学马克思主义学院	王新中 副教授
中国农村能源行业协会民用清洁炉具专业委员会	任彦波 秘书长
资深媒体人，澎湃新闻公益湃负责人	刘 霁
项目管理与评估顾问	李 鹏
西北师范大学	巨天珍

## 致谢：

### 【环保公益机构】

北京市企业家环保基金会	能源基金会
临汾市尧都区自然与人文协会	运城市环保志愿者协会
陕西省环保志愿者联合会	汾阳辰坤社会工作服务中心
临汾市晋善公益服务中心	三门峡市环境保护协会
公众环境研究中心	北京加速公益基金会
乡村发展基金会	上海青悦
绿行齐鲁	北京自然田
福建绿家园	湖南创意环保
渭南市渭河流域生态环保志愿者协会	CECA

### 【政府职能部门】

陕西省能源局	山西省能源局
陕西省发改委	陕西省市场监督管理局
陕西省生态环境厅	山西省生态环境厅
陕西省检察院西安铁路运输检察院	陕西省关中平原地区人民检察院
韩城市生态环境局	运城市生态环境局
西安市生态环境局	韩城市龙门镇人民政府
西安市智慧环保综合指挥中心	咸阳市生态环境局
咸阳市兴平市阜村镇南佐村村民委员会	

### 【行业协会】

中国农村能源协会民用清洁炉具专业委员会

中国产业发展促进会生物质能产业分会

**【企业】**

隆基绿能科技股份有限公司      责扬天下西安分公司

**【新闻媒体】**

中国环境报      央视网      新华社      中国青年报

《中华女儿》      山西晚报      西安新闻网      西北信息报

澎湃新闻      凤凰网陕西      东南网      《中华环境》

**【暖蓝行动观察员】**

临汾：

王新中 张朝阳 王建军 阎江波 海 蓝 王培基 柴林杰 张馨月

刘 勇 李洪喜 秦五生 牛志伟 邓医生 马建宁 时利军 吴敏君

运城：宁瑞瑞 张永峰 杨建军 解栩生

吕梁：宋 飞 武文慧 张 磊 任旺清 张守义 郭志强

陕西：

唐 亮 张天一 王泽琳 马小风 周云凤 于海蓉 吴 炜 冷昕媛

李 戌 刘志强 杨时惠 杨雅瑛 赵建华 张惠佳 晋安林 何 牧

黄艺鑫 季昱泓 李丙南 闫文慧 高瑞晶 景雪瑞 马 莹 金瑶凤

张 温 史威武 李保平 舒灿宇 韦 涛 赵 亮

三门峡：姚 瑶 程思佳 杨 毅

北 京：任相宜      上 海：孙菁歌 郑依萌

湖 北：蔡婷婷      湖 南：刘 科

生态践行者：      马银菲 黄牧羊

# 目 录

前言 .....	1
一、现状调研 .....	3
二、公众科普 .....	7
三、政民互动 .....	9
四、核心发现 .....	13
五、政策建议 .....	18
六、思考与展望 .....	22

## 前言

2018年5月，全国生态环境保护大会召开，习近平总书记出席会议并发表《推动我国生态文明建设迈上新台阶》讲话称，要坚决打好污染防治攻坚战，其中坚决打赢蓝天保卫战是重中之重。同时特别指出，“要以京津冀及周边、长三角、汾渭平原等为主战场，以北京为重点，以空气质量明显改善为刚性要求，强化联防联控，基本消除重污染天气，还老百姓蓝天白云、繁星闪烁。”

汾渭平原能源结构以煤为主，煤炭在能源消费中占比近90%，远高于全国60%的平均水平。在产业结构方面，过度倚重重化工业，本地区火电、钢铁、焦化等行业企业数量多、产量大，产业上下游配套的中小型企业集中，装备水平低，污染治理水平差。在交通运输结构方面，以公路运输为主。导致该区域污染物排放总量居高难下，再加上地形条件不利于污染物扩散，大气污染防治形势十分严峻。据生态环境部发布的《2022年5月和1—5月全国环境空气质量状况》，2022年1—5月，汾渭平原平均优良天数比例为61.8%，同比下降4.5个百分点；PM<sub>2.5</sub>浓度为56微克/立方米，同比上升7.7%；O<sub>3</sub>平均浓度为151微克/立方米，同比上升12.7%。咸阳、西安、乌鲁木齐市等20个城市空气质量相对较差（从倒数第1名至并列倒数第19名）。汾渭平原共有6个城市排名后20位。除了咸阳、西安，还包还包括渭南、临汾、晋中、运城。

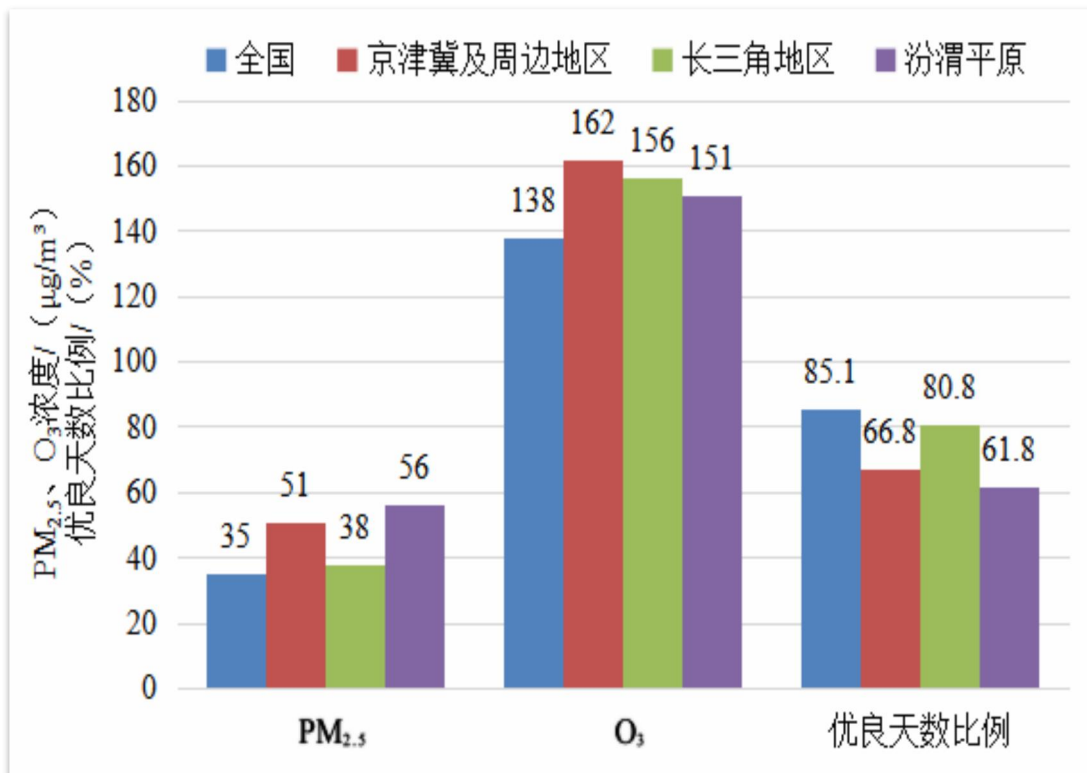


图1 《2022年5月和1—5月全国环境空气质量状况》

清洁取暖关乎环保，同时又关乎民生。近年来，随着污染防治攻坚战不断走向纵深和国家双碳目标提出，地方政府大力解决结构性问题，区域空气质量改善明显。近些年，在系列政策措施综合作用下，汾渭平原地区大气污染治理的力度与成效显著。在重点工业领域，例如钢铁、焦化等重点行业的减排力度加大，成效也越来越凸显，这也意味着这些领域进一步

的减排空间在压缩，生活能源治理成为接下来的改革重心。其中，农村散煤治理成为未来该地区空气质量改善的一个重要支点，值得更多关注。比如，散煤复烧、补贴下滑等问题等可能给清洁取暖工作推进带来新的风险与挑战。因此，民用散煤治理成为乡村能源转型与气候应对的重要抓手。

统计数据显示，北方地区冬季清洁取暖年替代散煤量达到 1.4 亿吨，相当于减少二氧化碳排放 2.6 亿吨。持续推进清洁取暖，抓好取暖领域散煤替代工作，对于减少煤炭消耗、降低碳排放强度意义重大。散煤替代将带来健康、环境、气候等多方面改善。尤其在节能降碳方面，若持续治理，每年可有效减少约 10 亿吨二氧化碳、300 万吨二氧化硫、90 万吨氮氧化物排放，让北方地区的细颗粒物平均浓度降低 10 微克/立方米。<sup>1</sup>

COP27 会议举办的同时，在北京市企业家环保基金会、能源基金会等的支持下，国内多家环保组织启动了大气污染重点区域散煤综合治理专题调研行动。其中，由环保组织“空气侠”牵头执行的“汾渭平原农村民用散煤治理观察”（即“暖蓝行动”）在陕西和山西多个城市的乡村进行。

“暖蓝行动”是基于对汾渭平原地区大气治理现状的长期跟踪、观察与分析，选取西安、咸阳、渭南、临汾和运城 5 个地市作为首期农村民用散煤治理试点，通过联合区域伙伴组织、高校科研机构等相关方，协同政府职能部门，开展实地乡村入户访谈调研、组织专题研讨和政策倡导等多种途径，多元参与，摸清这些区域散煤治理底数，参与推动政策完善，探索建立减污降碳协同的农村民用散煤治理模式，助力汾渭平原地区大气污染治理。



图 2

**政策依据：**

1. 《2030 年前碳达峰行动方案》明确要求：大力推动煤炭清洁利用，合理划定禁止散烧区域，多措并举、积极有序推进散煤替代，逐步减少直至禁止煤炭散烧。

<sup>1</sup> 清华大学建筑节能研究中心和能源基金会《中国农村散煤治理综合报告（2022）》

2. 《乡村建设行动实施方案》提出，实施乡村清洁能源建设工程。巩固提升农村电力保障水平，推进城乡配电网建设，提高边远地区供电保障能力。发展太阳能、风能、水能、地热能、生物质能等清洁能源，在条件适宜地区探索建设多能互补的分布式低碳综合能源网络。按照先立后破、农民可承受、发展可持续的要求，稳妥有序推进北方农村地区清洁取暖，加强煤炭清洁化利用，推进散煤替代，逐步提高清洁能源在农村取暖用能中的比重。

3. 七部委印发《减污降碳协同增效实施方案》，明确：推动北方地区建筑节能绿色改造与清洁取暖同步实施，优先支持大气污染防治重点区域利用太阳能、地热、生物质能等可再生能源满足建筑供热、制冷及生活热水等用能需求。

4. 《陕西省蓝天保卫战 2022 年工作方案》提出深入推进清洁取暖和散煤治理。统筹兼顾温暖过冬与清洁取暖，城市建成区着力整合供热资源，加快供热区域热网互联互通，充分释放燃煤电厂、工业余热等供热能力，发展长输供热项目，淘汰管网覆盖范围内的燃煤锅炉和散煤。到 2022 年底，全省（关中、陕北）清洁取暖率达 90% 左右。

5. 《2021-2022 年秋冬季大气污染综合治理攻坚方案》明确提出，要《全面完成发展改革委等十部委《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021 年）》任务目标。将确保群众安全过冬、温暖过冬放在首位，集中资源以区县或乡镇为单元成片推进清洁取暖。按照宜电则电、宜气则气、宜煤则煤的原则，因地制宜、科学规划清洁取暖技术路线，确保居民可承受、效果可持续，居民“煤改气”要坚持“以气定改”。各城市要全面排查梳理散煤治理改造确权户情况、高污染燃料禁燃区划定情况，对未完成散煤治理的要建立清单（具体落实到县、乡、村及户）。已纳入中央财政支持北方地区清洁取暖试点 3 年以上的城市，平原地区散煤基本清零（改造户数比例达到 98% 以上）。

## 一、现状调研

### 调研区域



图 3



为保障本次散煤治理调研取得积极成效，正式启动前期，调研团队开展了为期两个月的预热调研。“空气侠”联合临汾市尧都区自然与人文协会、汾阳市辰坤社会工作服务中心成员，奔赴尧都区、洪洞县、襄汾县、汾阳市等地调研农村散煤治理和清洁取暖情况，涉及8个乡镇12个自然村。

通过预调研梳理了农村散煤的初步信息、清洁取暖类型、政策落地以及参与意愿等基本情况，并在清华大学社会学系洪伟副教授、晋军副教授，西安交通大学能源与动力学院孙健副教授、中科院地球环境研究所张宁宁研究员、自然与人文协会联合创始人山西师范大学马克思主义学院王新中副教授等专家的参与和指导下，形成并优化了行动策略。比如，将问卷调研改为线下入户访谈，增加与村民的深度信息互动，比如公开招募“暖蓝行动观察员”，并组织多场线上培训，观察员从最初23名增加到近40多人，包括大学生、环保组织、政协委员、媒体人、专家学者等，特别有当地村民的积极参与。

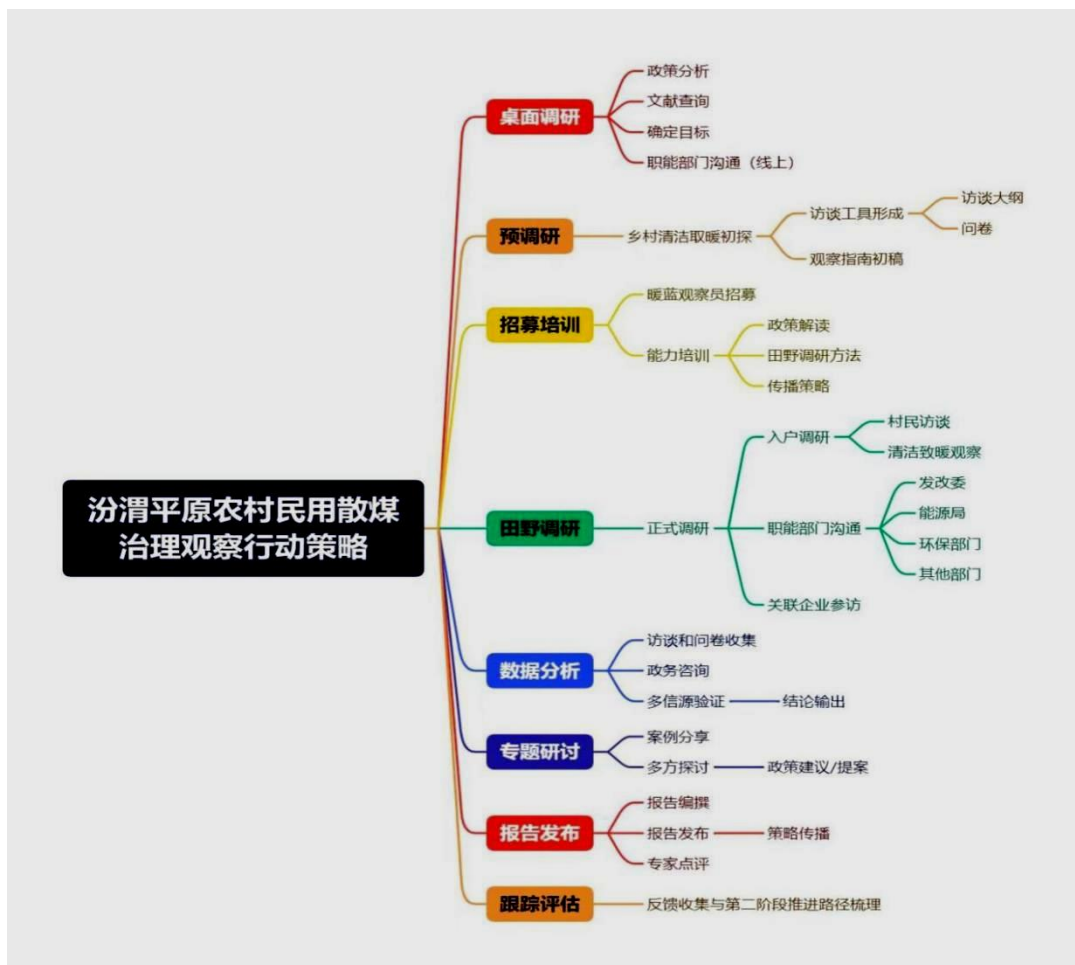


图 4

随着乡村调查的深入，起初只是关于农村散煤的执行情况的调查目的，逐渐变为用老百姓听得懂的语言，访谈记录最真实的乡村取暖现状，这也被认为是本项目最核心的内容。截至2023年6月15日，暖蓝行动团队累计组织和参与线上+线下案例研讨交流9次，参与人数超过500人；招募观察员超过40人（其中2022年首批招募观察员23人）项目联动伙伴组织9家，调研城市8个（宝鸡、渭南、运城、临汾、吕梁、三门峡、韩城，比原计划多出3个），参与调研观察员突破120人次，走访调研乡村超过25个，走访农户超过150户。制作并发放《暖蓝行动公众宣传手册》200多份，辐射影响超过3万人。

## 清洁取暖入户调研盘点（2022.10-2023.5）

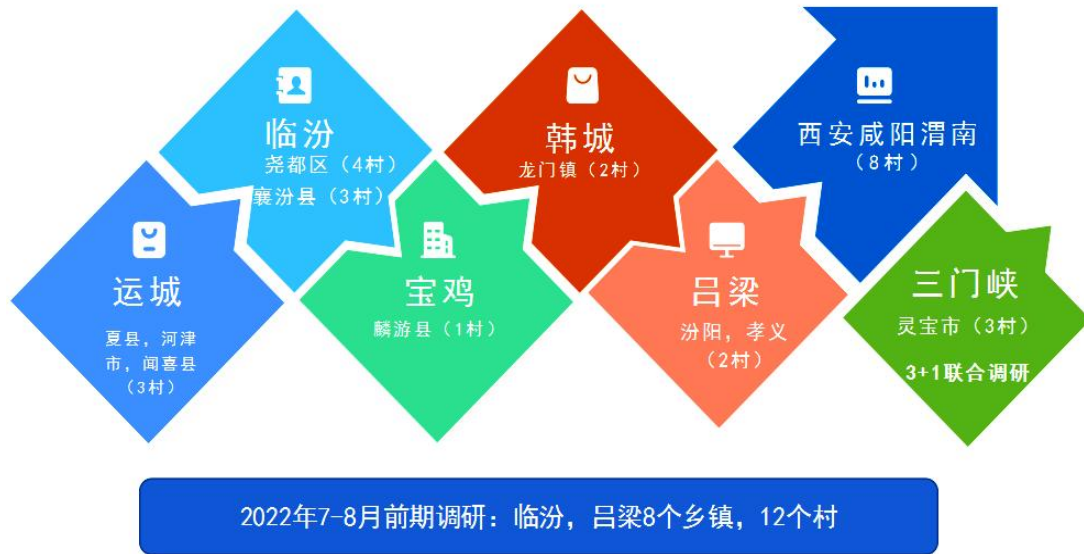


图 5

调研中，常见的清洁取暖类型包括：壁挂炉电采暖、空气能热泵采暖、天然气集中采暖、分布式屋顶光伏、生物质燃炉采暖、工业余热集中采暖。此外，还有地热采暖，建筑节能保温等。



图 6

多种能源组合互补的方式应用效果反馈良好，比如，山西夏县吴村“生物质燃炉+树枝切断”，陕西麟游万家城“光热+生物质颗粒”光热清洁能源采暖扶贫项目，山西临汾邓庄镇“工业余热+屋顶光伏”应用。

## 清洁取暖案例



**山西夏县南吴村**  
模式：生物质燃炉+树枝



**陕西麟游万家城村**  
模式：光热+生物质颗粒



**山西襄汾县邓庄**  
模式：工业余热+屋顶光伏



图 7

## 二、公众科普

为有温度推进乡村清洁取暖，执行团队借助自媒体推文、短视频、宣传手册，参与案例研讨和企业探访等多种形式，策划开展公众科普，积极营造美丽乡村，清洁取暖的良好氛围。截至 6 月 15 日，空气侠及在地伙伴机构公众号平台累计发布#暖蓝行动系列文章超过 35 篇，制作并发布短视频超过 12 个；组织和参与线上+线下案例研讨交流 9 次；专题探访活动 2 场，参与人数超过 30 人次。

**暖蓝行动谁来执行?**

暖蓝行动由空气侠团队牵头，以暖蓝行动观察员为先锋力量，联动汾渭平原地区多家环保公益机构开展。

来自环境法、经济管理、社会学、大气治理等领域专家学者组成的顾问团队提供跨学科专业化指导。

在暖蓝行动项目实施过程，保持同陕西、山西两地有关市委、市政府、能源局、生态环境、农业农村部门，以及所在区县和镇等有关单位密切沟通。

**项目专家团队小传:**

西北政法大学环境法与政策研究中心 丁岩林 教授  
西安交通大学能源与动力学院 孙健 副教授  
清华大学社会学系 曹军 副教授  
西北大学经济管理学院 王凤 教授  
山西财经大学法学院 曹雷 教授  
中科院地球环境研究所 张宇宁 研究员  
陕西省社科院 阎晶晶 助理研究员  
资深媒体人、澎湃新闻公益湃负责人 刘雯  
项目管理与评估顾问 李鹏  
中国农村能源行业协会民用清洁炉具专业委员会理事长 任彦波

**暖蓝行动观察员是干嘛的?**

暖蓝行动观察员是暖蓝行动项目的重要推动力量。观察员由来自高校、企业、社区、环保组织等领域的环保爱心人士组成，其中包括在地村民代表、政协委员等。第一轮通过招募，确定了 23 名观察员。

**首批暖蓝行动观察员**

唐亮 张天一 王泽琳 丁高琴  
何放 马雷 赵建华 曹安林  
刘勇 刘红英 张朝阳 周江波  
荣林杰 李洪奎 时利军 曹雪瑞  
宁瑞瑞 张永峰 杨建军 解雨生  
马想菲 黄牧羊 冷新媛

**服务内容:**

1. 深入试点乡村，开展散煤治理和清洁取暖有关的调研访谈；
2. 访谈信息和有关数据的整理；
3. 农村地区清洁取暖有关知识的科普宣传；
4. 同发改委、能源局、生态环境局、农业农村厅等职能部门交流互动；
5. 参与观察报告/工具指南的编辑/设计；
6. 访谈调研过程中的影像支持；
7. 参与农村清洁取暖专题研讨交流；
8. 开展散煤治理与清洁取暖有关的政策倡导行动（政策解读、分析、政策建议编写与提交）

**如何加入暖蓝行动?**

暖蓝行动，全民行动。如果你想为守护暖蓝贡献一份力量，欢迎通过以下方式与我们互动：

联系电话：  
赵亮 18610154663  
马小凤 13399183722  
电子邮件：kongqixia2014@163.com  
了解更多动态，欢迎扫码关注：

**守护供暖蓝**

**暖蓝·行动**  
美丽乡村，清洁能源

更环保 更清洁 更省钱 更健康

清洁取暖好处多

**“暖蓝行动”**  
公众宣传手册

**合作单位:**

西安交通大学能源学院 陕西省社科院  
陕西省环保志愿者联合会 延安市环保志愿者协会  
临汾尧都区自然与人文协会 临汾市舜禹公益服务中心  
湖南省衡阳市环保科技传播中心 山西清定大学  
渭南市渭河流域生态环保志愿者协会

**特别支持:**  
北京市企业家环保基金会 卫蓝保项目

(本宣传手册版权归空气侠所有)

图 8 暖蓝行动公众宣传手册



图9 观察员向村民发放宣传手册

2023年4月14日，12名空气侠“暖蓝行动”观察员走进西安市智慧环保综合指挥中心开展探秘“环保智慧大脑”活动，通过参观体验、座谈交流等方式，近距离感受生态环保科技魅力，助力大气污染治理专项行动。



图10 暖蓝行动观察员探秘环保智慧大脑 供图/西安智慧环保综合指挥中心

在“暖蓝行动”研讨环节，空气侠发起人赵亮分享探路乡村大气治理与气候应对调研成果，各位观察员结合参观感受、自身对生态环保工作的体会，就如何更好利用科技手段守护“西安蓝”进行了交流。

5月23日至24日，“陕西省生态环境志愿服务及环保社会组织参与环境治理能力建设主题沙龙活动”在西安圆满举办。空气侠创办人赵亮受邀作“社会组织大气污染防治案例与思考”主题分享，通过“暖蓝行动”等案例梳理社会组织参与大气污染防治的路径，梳理参与的挑战和机遇。全省50多名环保组织及志愿者代表参与。



图 11

6月21日，空气侠牵头组织来自环保组织、企业、高校、社区等12名“追光探秘者”活动走进新能源企业隆基总部。带领参与者学习隆基在助力双碳目标达成中的实践，特别是光伏产品在助力乡村能源转型与乡村振兴中的应用。当天一行人参观了隆基绿能智慧能源展览馆，BIPV与光伏车棚，并与隆基可持续发展高级经理进行现场互动交流。

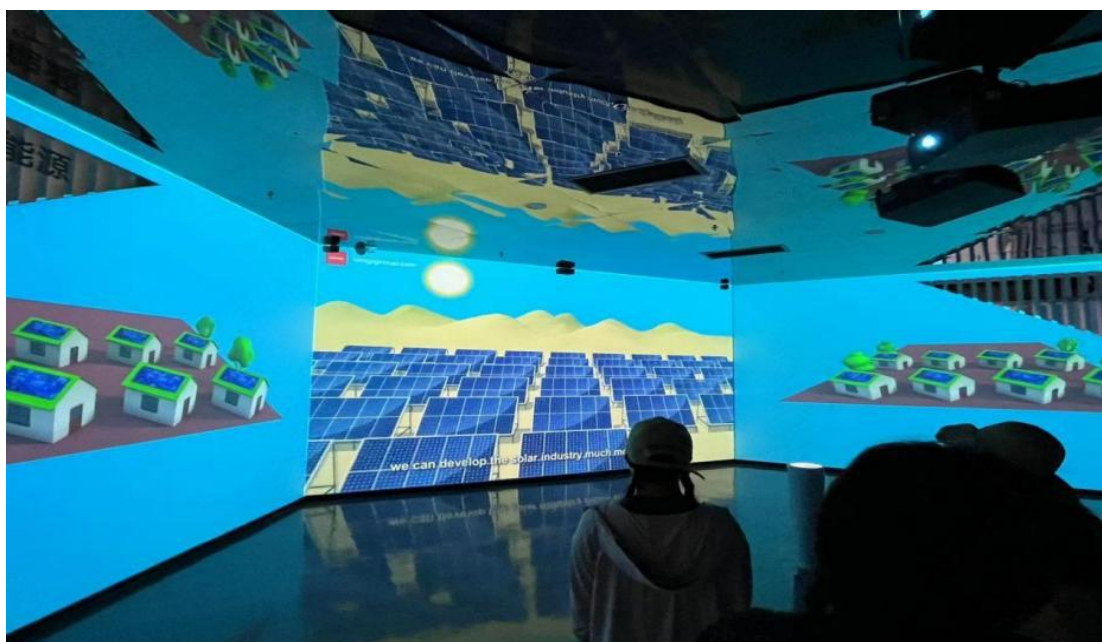


图 12



图 13

### 三、政民互动

在开展乡村入户调研访谈的同时，调研团队还借助政民互动、信息公开、线下参访、研讨互动、人大询问等渠道同陕西省能源局、陕西省发展改革委、山西省能源局、陕西省生态环境厅、山西省生态环境厅等多个政府职能部门进行沟通，建立良性互动。并在此基础上，开展跨学科跨地区合作，扩大了影响力，为乡村能源革命和减污降碳探索了多元合作的路径。比如，在陕西省社科院等支持下，调研团队提交《关于关中地区秋冬季散煤替代的若干建议》送阅件一份；梳理清洁取暖政策资讯 3 份。

#### 案例一：与能源发改部门互动



图 14 发改委网站上的公众参与渠道

**【信件内容】**：随着秋冬季供暖季日益临近，我省的大气治理形势也面临新的挑战。今年关中地区农村的清洁取暖工作重要性更加凸显，特别是部分地区不属于取暖试点城市，缺

少了政策补贴等支持，如何保障居民供暖无忧，同时又可以不增加取暖带来的经济压力和环境健康风险。想了解下在这方面，有哪些具体行动计划？



图 15 陕西省能源局网站

2022年9月8日下午，小组成员接到陕西省能源局办公室来电，询问了政务咨询留言的具体问题后，工作人员反馈，陕西省陕北和关中地区都纳入了清洁取暖补贴政策范围。清洁取暖归能源局管理，散煤替代归发改委。详细回复会在网站书面答复。欢迎社会各界人士共同关注清洁取暖。



图 16 陕西省能源局问题答复截图

**【答复内容】：**感谢您对我省清洁取暖工作的关注和支持。近年来，我省认真贯彻落实习近平总书记等中央领导同志关于推进北方地区清洁取暖的重要指示批示精神和党中央、国务院决策部署，扎实推进工作方案编制、清洁热源建设、能源供应保障等相关工作，全省冬

季清洁取暖总体取得了较好进展，关中和陕北各市（区）也均已纳入国家清洁取暖试点资金支持范围。同时，为帮助群众尽快适应新的清洁取暖方式，确保人民群众温暖过冬，2021年，省财政厅、省发展改革委等部门联合印发《关于开展散煤治理清洁能源替代补助工作的通知》，进一步明确建设和运行补助标准，执行期限三年，补助资金由中央、省级和市县资金组成，具体补助政策由相关市（区）结合工作实际和财力情况研究制定。据了解，国家相关部委正在研究建立清洁取暖补贴长效机制，我们将会同省级有关部门进一步加大向国家相关部委的汇报衔接，争取资金支持。

### 案例二：人大专题询问

2023年3月28日，陕西省十四届人大常委会第二次会议举行联组会议，围绕关中地区大气污染防治工作开展专题询问<sup>2</sup>。在两个半小时的专题询问中，12位陕西省人大常委会委员和省人大代表围绕污染防治执法工作、秸秆资源化利用、推进清洁取暖、“散乱污”企业整治、建筑施工和道路扬尘污染、机动车限行、科技治霾、构建绿色交通体系等问题向相关部门进行了询问。空气侠法律顾问、西北政法大学丁岩林副教授作为出题人出席会议。



图 17 关中地区大气污染防治工作开展专题询问联组会议

“关中地区清洁取暖散煤双替代（煤改电、煤改气）工作 2020 年已经完成 300 多万户，取得一定成效，但生态环境部调查发现，一些完成散煤双替代改造户存在生物质和散煤取暖现象。”省人大代表王军平就此向省发改部门发问，如何引导推动煤改电、煤改气提高使用成效？

<sup>2</sup> 省人大常委会开展关中地区大气污染防治工作专题询问  
<http://www.sxrd.gov.cn/#/details?unid=Jaf6eec9c96a43cf83dddfb8f354a72>



省发改委副主任何钟表示，散煤治理是一项改变千百年来人民群众用能及生活方式的复杂系统工程，不同地域的用电量往往跟当地的居民收入水平、气候条件、生活习惯和用能负担有着紧密关联。

首先，巩固提升关中地区散煤治理成果。按照“宜电则电、宜气则气、宜热则热、宜煤则煤”的原则，持续完善关中地区清洁能源生产和供应体系。促进优化能源结构，积极推动建立多能互补的清洁用能保障机制，确保已完成“煤改气、煤改电”改造的居民稳定清洁用能。

其次，指导和督促地方因地制宜建立和完善散煤治理财政资金长效运行补贴机制，进一步优化电价、气价补贴方式。继续做好采暖电量统一打包，通过电力交易平台向低谷时段电力企业直接招标的组织工作，切实降低居民用电成本。下一步，我委将坚持以习近平生态文明思想为指引，按照《陕西省大气污染治理专项行动方案（2023-2027年）》<sup>3</sup>的相关要求，不断巩固和强化关中地区散煤治理成果，确保群众生活取暖用得起、效果好。

最后一公里，关乎清洁取暖的成效。在调研期间，执行团队积极同区县级和村镇级别的部门保持密切互动。通过线上互动+线下参访方式，及时就调研过程的发现进行沟通反馈。



图 18 观察员同南佐村村民、村委会工作人员聊取暖的情况

<sup>3</sup> 赵一德在全省大气污染治理专项行动动员会上强调坚决打赢关中地区大气污染治理攻坚战

## 四、核心发现

基于相对扎实的入户访谈和乡村清洁取暖现状观察，以及政民互动，调研团队发现汾平原地区农村民用散煤治理呈现以下主要特点：

**第一，平原村基本实现集中供暖。**平原村，特别是临近主城区、交通便捷的乡村，基本实现了集中供暖。供暖主要以天然气为主，部分安装了空气能热泵与屋顶光伏，亦有乡村采用地热取暖。比如，西安临潼，山西河津市樊家堡村，均存在地热供暖类型。临潼所在的关中地区是陕西中深层地热最丰富的地区之一。陕西省地质调查院数据显示，陕西关中盆地中深层地热资源总量相当于 4610 亿吨标准煤，为陕西探明煤炭资源总量的 3.34 倍。地热能是一种清洁、绿色、可循环利用的新型能源，无季节周期变化，温度没有明显波动，输出负荷十分稳定，除去检修维护，基本上可以全年运行。据新华社报道，截至目前，陕西省建成利用地热能供暖（制冷）项目 576 处，面积 3445 万平方米，占城市集中供暖面积的 9.8%。按照规划，未来几年至少还将有 60 万户居民享受到地热能供暖，预计每年可节约标煤 118 万吨，减排二氧化碳排放 255 万吨。



图 19 山西临汾襄汾县柴寺村基本实现集中供暖

**第二，多能互补趋势日益凸显。**相较于平原村，山区村特别是山脚下和半山腰村，居民相对分散，交通也不便捷，屋顶光伏、空气能热泵、生物质能均存在，也有部分居民仍采用薪柴、散煤取暖。在调研走访的 25 个村子中，有三分之一属于中国传统村落，多分布在临近山区的区域，森林覆盖率相对较高，采用传统生物质（薪柴、秸秆等）和散煤取暖现象比较集中，比如，咸阳市三原县的柏社村，这里保存了诸多地坑院落（地窑），且这些地坑院仍以牲畜养殖、季节性纳凉或取暖、旅游参观等功能被部分村民使用；而搬离地坑院落的村民则主要使用生物质取暖做饭，辅助燃煤，极少量村民安装了屋顶光伏。

在陕西麟游县万家城村，观察员实际探访了“光热+生物质颗粒”多能互补的光热清洁能源采暖扶贫项目。万家城村位于陕西省宝鸡市麟游县，属于两省交界之处，地处渭北黄土丘陵地带沟壑区，因村中人口以万姓为主，故称万家城村。村域境内保存了隋唐时期普润县城旧址，在研究军事考古学、民族史、唐史上有重要的地位，于2014年11月被评为第三批中国传统村落。



图 20 万家城新村光热+项目

万家城的“光热+取暖项目”是中国西电集团有限公司利用麟游县光热资源较好的自然条件，通过太阳能吸热元件将太阳能转化为热能，对房间进行持续供热。太阳能分户供暖采用“太阳能集热器+辅助热源”的双热源互补运行方式，供暖末端采用暖气片。在雨、雪、夜间等无光照的情况下，优先采用水箱中的热水进行供暖，当水箱温度降至40摄氏度以下时，系统自动关闭水箱供暖，转为生物质颗粒锅炉进行供暖。在非采暖季节，系统根据实际需求间断性启动并加热水箱，通过盘管换热获得干净的生活热水。项目有效利用太阳能这种清洁能源解决了群众过冬取暖问题，减少了传统烧煤采暖和秸秆焚烧带来的大气污染，其生态效益和经济效益显著。2021年，万家城新村51户全部安装了“光热+生物质颗粒”清洁能源取暖系统。该系统可满足2个房间供暖需求，日供暖时长达18小时以上，单日纯光热供暖平均时长为5小时，一个采暖季运行成本1300元左右，约为传统燃煤供暖成本的一半。

煤改项目的实施，让几代人烟熏火燎的时光成为历史。能源革命带来的不仅仅是空气质量的改善，也使得村里的面貌焕然一新。万家城新村搬迁后处于平川地区，光照充足。而相距不远的万家城的老村落也没有走向衰落，正在实施传统村落改造工程，同时保留了大量的原生态建筑和自然景观。未来，这里将发展传统村落体验游等农旅结合项目，成为提振乡村经济的新的增长点。



图 21 陕西麟游万家城村光热+生物质 取暖用户

革命式的升级也带来了许多好处，更加合理的利用能源、方便了农民的生活，同时最近几年临汾空气质量改善明显，过去冬季经常灰蒙蒙的天现在很少见到，2022年冬季更是顺利退出全国168个重点城市后10位。在清洁能源改造方面也有一些积极的例子。比如在襄汾县邓庄镇，68岁的许师傅自己出资安装了64块光伏发电板在自家的屋顶上，共投入13万元。这个系统已经运行了将近5年，每年能产生2万元的收入。再过两年，这个系统的收益就能够覆盖所有的投资成本，也使他家可以无忧的使用清洁能源。

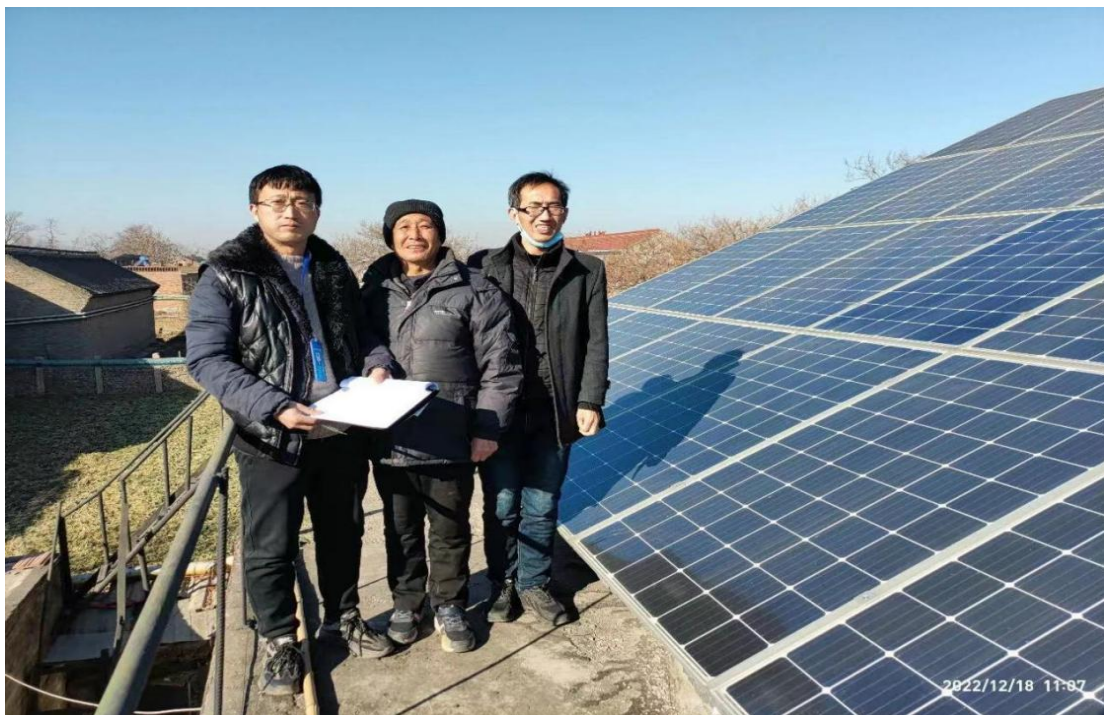


图 22 山西临汾邓庄镇屋顶光伏用户，村民已经有收益

**第三，工业余热供暖有积极贡献但仍存隐忧。**在平原地区，部分临近工业区的村子、集中供暖的区域以工业余热供暖为主，但也存在一定的不稳定风险。调研发现，部分提供余热供暖单位或因大气污染物超标排放，重污染天气应急响应不力等，责令整改期间，供暖中断不可避免，成为村民担忧的问题，村民不得不考虑增加其他供暖方式，实际取暖成本增加。



图 23 临汾大邓乡工业余热+屋顶光伏

中国科学院地球环境研究所研究员张宁宁表示，对于一些农村地区，尤其是城乡接合部区域的村落，有这种条件的话，利用工业余热取暖是一个很好的供暖模式。通过工业企业余热给周边居民供暖，这是一个值得去探索、推广的模式。他同时认为，任何企业进行生产，都需遵循相关法律法规。“企业事业单位和其他生产经营者，必须要遵循《中华人民共和国大气污染防治法》，应当采取有效措施，防止、减轻大气污染，对所造成的损害依法承担责任。”重污染天气应急期间，在编制重污染天气应急减排清单过程中已考虑民生保障部分。涉及到民生保障相关或集中供暖相关的企业，可以进行报备，在不违法违规前提下，一般不会耽误正常生产活动与民生保障活动。

**第四，乡村清洁取暖的科普传播存在明显短板。**调研发现，有关农村清洁取暖的宣传力度明显偏弱，内容和传播渠道单一，常见的方式是拉条幅、公示牌、警示牌或者墙体广告形式，缺乏温度，长性不足。源头有关清洁取暖政策补贴，可再生能源及替代技术应用等方面科普的相对匮乏，已成为制约村民参与清洁取暖的重要因素之一。

在山西临汾，有村民在近几年的清洁能源改造过程中，先后购买过四件不同品牌、不同工作方式、不同型号的取暖设备，闲置设备造成的浪费，可能与农村清洁用能革命的快速有关。由于一些清洁用能设备上市时间短，人们大多数是在不熟悉的情况下购买了某种产品，但是使用时与实际需要不符，就出现了大量的“试错“现象。朱女士家不仅用过蓄热宝，还购置过智能电采暖炉，用了三年；购置过用电的挂机用了三个月，现在用的是空气能。智能电采暖炉现在还能运行，但效果没有空气能好，也就闲置下来了。



图 24 将要安装的光伏发电板的支架

村中可见少量住宅顶上安装了太阳能光伏发电板，仍然有一些村民因为自己屋顶光照及周围不利条件的影响，有安装的意愿但没有安装，这与光伏发电板的一个“短板”有关。光伏发电板有一种非常“要面子”的特性，如果表面受到电线杆、植物、鸟粪、灰尘等的遮挡就会极大的影响发电量（示例见下图）。

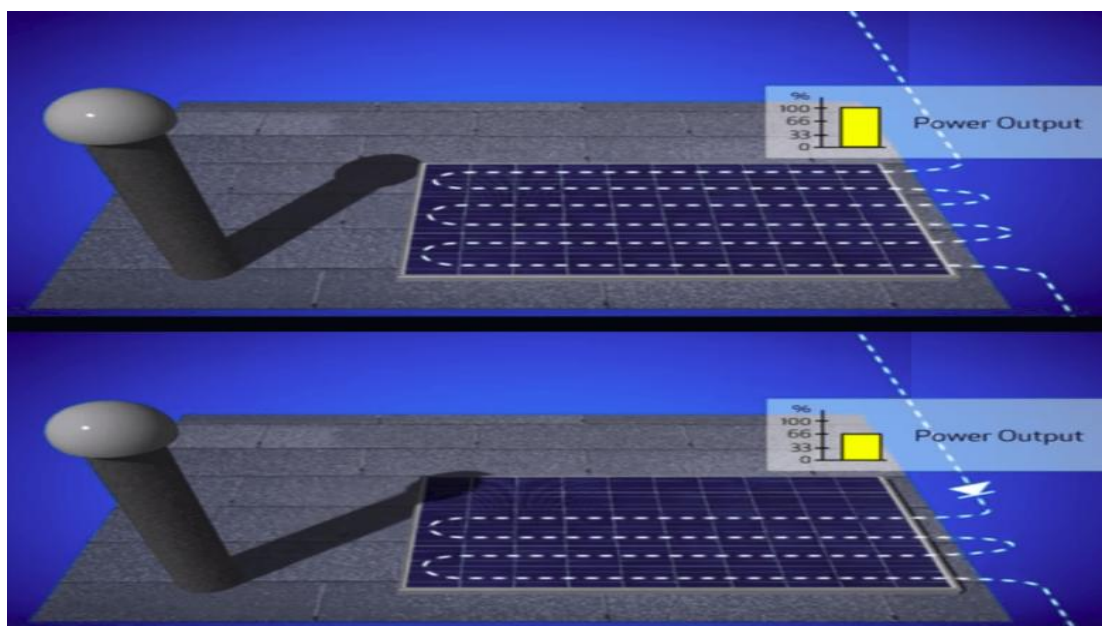


图 25 遮挡对光伏板生成电量影响的示意图

如果长期或较大的遮挡，不仅受遮挡的这一部分不能参与发电，还会增加电流通过的阻力，导致局部温度升高，局部温度升高后一方面本身会引发电路故障，另一方面局部温度升高会使光伏板内一种透明、厚度均匀、很薄（0.4-0.6 毫米）的粘合剂老化变黄，透光率下降，形成新的遮挡，然后会更加增大电路故障范围，使光伏板产生电的效能极大的降低，这个现象也称为光伏板的“热斑效应”。如果能解决相应的技术问题，使光伏发电板适用范围更广泛，对于巩固清洁能源成效会起到积极的作用。



图 26 形成“热斑效应”的光伏板

由于缺乏对屋顶光伏的产品的科学认知，走访发现农村光伏供应商跑路问题，村民投入了大量资金实际收益却非常有限，给乡村清洁取暖蒙上了阴影。这些暴露出在推进乡村清洁能源改造中公众科普缺失或严重不足的短板，也反映出部分地方清洁取暖政策存在不足和摇摆。现象需要予以警惕与重视。

## 五、政策建议

基于在汾渭平原多个地市开展的农村民用清洁取暖调研的观察与分析，多轮专题研讨，报告团队提出四条改善建议：

一是坚持“因地制宜，先立后破”的原则。偏远山区乡村和革命老区采取稳妥推进“生物质成型燃料+节能环保炉具”模式替代散烧煤供暖，同时加强对老旧危房改造和传统古村落的保护。



2021.2 李克强总理来山西夏县考察，肯定当地取暖做法并表示，北方地区冬季取暖一定要实事求是、因地制宜，宜煤则煤、宜电则电、宜气则气。

**独居老人：**  
除非比较冷了，再使用配发的生物质燃炉，柴火和炭。

**先锋户：**  
自行采购了大型号的生物质燃炉。配发的燃炉连通洗澡间；人居环境改善显著。

图 27 山西夏县南吴村采用“树枝切断+生物质炉”的取暖方式

在运城市夏县庙前镇南吴村，当地采用“树枝切断+生物质炉”的取暖方式，南吴村有700余亩桃杏林，生物质炉取暖率达60%以上。南吴村利用当地丰富的生物质资源(果树枝条、玉米芯等)，推广使用生物质炊事燃炉，解决做饭和取暖问题。陕西富平莲湖村，全国唯一一座保存完整的“塬城”就在这里。当地政府部门及时启动了老县城旧址和传统村落的保护工作，这个有着600年历史的地方，多个珍贵文物古建筑等得以保存，村民用上了天然气。同时，正在进行的修缮工程，最大化保留了传统的土坯房等民居，避免了资源浪费，又可以保留其建筑节能与科普价值，实现传统村落保护与清洁取暖协同，带动文旅产业与村民增收，是一个生动的实践。



图 28 渭南市富平莲湖村取暖访谈

二是进一步提高汾渭平原农村地区丰富的生物质能资源利用效率。稳步推进市场化、产业化，增加就业机会，让农民在保供暖的同时增收入，从根本上解决补贴政策不可持续的问题。据估算，包括农作物秸秆、农产品加工剩余物、畜禽养殖剩余物和林业生物质资源等在内，我国的生物质能源总量大约可替代10亿吨标准煤。生物质颗粒加工企业等落地乡镇，既能就地取材，减少秸秆生物质资源的低水平消耗，又可以创造就业机会，带动乡村产业振兴。在农村地区大力推广生物质能源，可抑制不合理的农村能源消费，有效改善农村居民用能结构，减少农村地区由化石能源消耗造成的污染物和温室气体排放，对建立适应农村全面建设小康社会所需要的绿色化、清洁化、便利化的安全有效能源供需体系具有重要意义。据统计，全国农村沼气年生产能力达100多亿立方米，秸秆打捆直燃供暖面积为1100多万平方米，秸秆成型燃料年产量1000多万吨，每年可替代化石能源约2000万吨标准煤，减少二氧化碳排放约4876万吨。



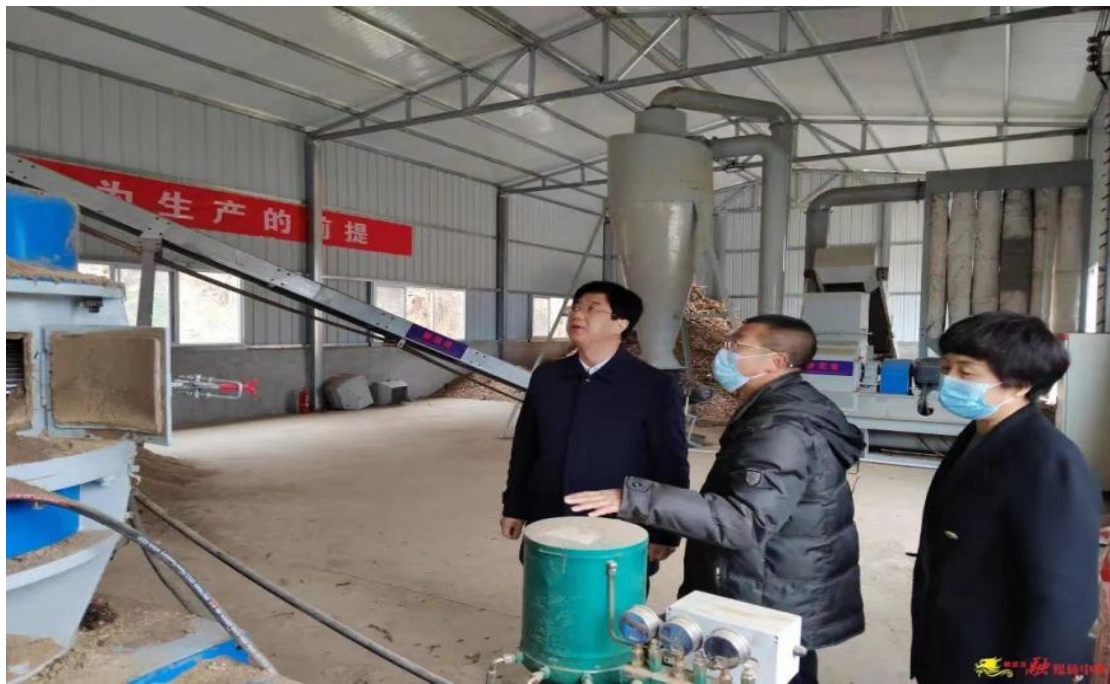


图 29 麟游县酒房镇万家城村的生物质颗粒加工厂

三是加强清洁取暖公众科普传播力度。创新和挖掘民众喜闻乐见的传播渠道，同时利用好新闻媒体的舆论引导作用，宣传散煤替代政策和清洁取暖的典型案列，亟待打破可再生能源产品技术的信息鸿沟，提高大众大气污染防治意识和居民参与清洁取暖的意愿。比如，调研小组编制的《暖蓝行动公众参与手册》已经进入了临汾等地的乡村；中国环境报、《中华儿女》、山西晚报、《中华环境》、东南网、澎湃新闻、凤凰网、西安新闻网、央视新闻网等 10 多家主流媒体对“暖蓝行动”进行宣传报道，进一步扩大了影响力。调研团队联合西安智慧环保综合指挥中心的暖蓝观察员探秘环保智慧大脑活动，受到了各方积极评价。

中国环境报

责编:文雯  
电话:(010)67164834  
传真:(010)67113772  
E-mail:news@cnews.com.cn

## 汾渭平原农村清洁取暖现状如何?

“暖蓝行动”团队开展试点农村散煤治理与清洁取暖现状调研访谈

◆本报见习记者薛丽萍

当前,北方地区陆续进入取暖季。今年,北方清洁取暖改造仍然坚持“先立后破,不立不破”的原则。在这一背景下,农村民用散煤治理的现状如何?有何典型做法?是否存在一些问题?

在北京市企业家环保基金会支持下,由环保公益组织“空气侠”牵头执行的守护供暖季行动(以下简称“暖蓝行动”)团队日前启动了清洁取暖专题调研行动,对汾渭平原农村民用散煤治理开展观察。首批观察员陆续奔赴西安、临汾、运城、渭南和咸阳等地,开展试点农村散煤治理与清洁取暖现状的调研访谈。

### 关注疫情背景下散煤复烧问题

据活动负责人赵亮介绍,自己一直持续关注汾渭平原。

“汾渭平原能源结构以煤为主,煤炭在能源消费中占比近 90%,远高于全国 60% 的平均水平。在产业结构方面,过度倚重重化工业,本地区火电、钢铁、焦化等行业企业数量多,产能大,产业上下游配套的中小型企业集中,装备水平低,污染治理水平差。在空污运输结构方面,以

和生物质清洁取暖在秋冬季污染物的排放对 PM<sub>2.5</sub> 的贡献比例逐年有所升高。”张宇宁表示。

《中国散煤综合治理调研报告 2022》显示,截至 2021 年年底,我国散煤削减量约 4.4 亿吨,散煤消费量下降了 58.7%。其中,民用散煤治理贡献约 20%。

同样截至去年年底,北方地区清洁取暖率达到了 73.6%。京津冀及



图为暖蓝观察员在山西省运城市河津樊村樊村入户调研。“暖蓝行动”供图

图 30 中国环境报深度报道 记者/薛丽萍

四是进一步整合高校、社科机构、行业协会、社会组织等专业研究机构的资源。建立跨学科、多领域的实用型专家库，鼓励和支持开展散煤替代和清洁取暖专题研究，开展年度评估工作，为深入推进清洁取暖和农村减污降碳工作提供多元化和科学化的决策参考。

### 乡村应对气候变化行动（暖蓝行动）



图 31



图 32 空气侠联合陕西省社科院冯晶晶助理研究员撰写的研究文章

## 六、思考与展望

农村民用散煤治理看似是散煤问题，实际是系统性课题，涉及政治、经济、人口、社会、能源、生态、历史、文化等多个维度。开展观察不能局限于发现问题、谁在烧散煤、为啥烧，同时也要去搜集那些运行效果好、老百姓反馈不错的案例，找出可以借鉴的农村清洁取暖样本。对于发现的好的做法，要及时借助新媒体、提案等途径进行广泛传播。

无论解决农村清洁能源改造问题，还是解决更根本的拓宽农民增收致富渠道问题，都是一个综合性的社会事业，涉及到经济与就业、贫富差距、政府与市场的角色与定位、公共服务的供给与优化等的问题，仅有政府与村民两方解决可能有些问题难以克服，建议引入多元参与机制，把需要解决的问题开放给社会，形成社会性的关注与讨论，也吸引专家学者与社会组织加入，构成多方面的观察视角，共同发现、探索与寻求可持续的解决之道。

未来乡村清洁取暖工作如何推进，调研团队提出了“四个协同”的构想，分别是**减污与降碳协同**、**补贴机制与市场化运作协同**、**清洁取暖与传统村落保护协同**以及**城市发展与乡村振兴协同**。这些协同如何实现？我们期待在第一期的调研基础上，有更深入的探索，不止步于发现问题，也开始从观察者向推动乡村能源转型与气候应对的推动者。



图 33

2023 年的供暖季如何保障？区域大气治理如何破局？我们欣喜地看到，政府的重视在不断加码。以陕西为例，3 月份，针对关中地区尤其是西安、咸阳、渭南三市空气质量在全国重点城市排名靠后问题，陕西省印发了《陕西省大气污染防治专项行动方案（2023—2027 年）》，高规格召开了全省大气污染防治专项行动动员会，发出了举全省之力打赢关中地区大气污染防治攻坚战总号令。为其两个月大气专项督察，通报了的典型案列就包括散煤治理存在的问题。5 月下旬，陕西省市场监管局、省发展改革委、省公安厅、省自然资源厅、省生态环境厅等 8 部门联合印发《严格散煤生产加工储运销售使用环节监管专项工作方案（2023—2027 年）》<sup>4</sup>，部署强化散煤多环节监管工作。5 月份，空气侠与陕西省检察院关

<sup>4</sup> 陕西 8 部门强化散煤多环节监管

[http://sn.news.cn/2023-06/15/c\\_1129695459.htm](http://sn.news.cn/2023-06/15/c_1129695459.htm)

中平原地区检察院签署合作框架协议，共同助力蓝天保卫战。这些让我们看到未来可以有更多参与的空间。

2023年3月，山西省发改委发布的《山西省地热能产业发展实施方案（2023-2025年）》<sup>5</sup>提出，“十四五”时期，重点聚焦“一群两区三圈”城乡区域发展布局，推动地热能产业发展形成“一核引领、两极延伸、多点支撑”的产业布局，实现地热能开发利用高质量发展。方案明确提出，晋南以临汾和运城两市为重点，**推进中深层地热能清洁取暖规模应用，全面提升浅层地热能绿色建筑中应用比例，打造地热特色示范小镇，在优化产业链发展布局与环境保护的基础上，整合创新资源和要素，培育新的市场开发主体及产业链增长极。**临汾以市区、曲沃县、洪洞县、襄汾县等重点区域为依托，推进“地热+工业余热”多能互补、“地热+农业”等产业融合发展，促进地热资源功能全面化、利用多样化、效益最大化，形成地热能产业共用共享、同利同惠的新格局。运城以盐湖高新技术产业开发区、空港经济开发区、河津市黄河滩区现代农业产业园、闻喜县产业园区等重点区域为依托，建设浅层地热能集群化利用示范区。

本报告编撰过程中，我们又收到令人振奋的消息，空气侠牵头执行的《暖蓝行动：守护乡村供暖季蓝天》案例入选“2023年陕西省优秀公众参与案例”；暖蓝行动观察员、西北工业大学唐亮同学荣获“最美生态环保志愿者”。这意味着民间的散煤治理调研行动获得了陕西省级政府部门的高度认可。而在此之前，山西省生态环境厅、山西省人民政府网站、山西省政协网站等政务平台转载了山西日报有关暖蓝行动的案例报道。

“十四五”是推进环保与气候双轮驱动、能源绿色低碳转型的关键时期，散煤治理依然任重道远。作为蓝天保卫战的重要主场之一，汾渭平原地区依然面临要啃硬骨头的现实挑战。“暖蓝行动”还将持续开展下去，更进一步增进协同有关部门、企业、行业协会、研究机构等多元相关方，有温度地推进农村清洁取暖，助力乡村减污降碳行动与乡村振兴，共建低碳清洁美丽中国。



图 34

<sup>5</sup> 我省绘就地热能产业发展新蓝图 [https://www.shanxi.gov.cn/ywdt/sxyw/202303/t20230320\\_8183608.shtml](https://www.shanxi.gov.cn/ywdt/sxyw/202303/t20230320_8183608.shtml)

## 【媒体报道】

【中国环境报】国庆特别策划②| “我的国庆节”

<https://res.cenews.com.cn/h5/news.html?id=1008612>

【中国环境报】汾渭平原农村清洁取暖现状如何？

<https://mp.weixin.qq.com/s/eYHI0MHXXGi6lvgQP5nD1Q>

【中华环境网】“暖蓝行动”：乡村气候变化应对的本土实践

<http://www.zhjhjw.org/a/qkzz/ztml/20231-2/gy/2023/0322/16676.html>

【中华儿女】守护蓝天碧水净土，绘就美丽中国新画卷

<https://new.qq.com/rain/a/20221202A017GY00>

【新华社】西安临潼：地热供暖带来“绿色暖冬”

<https://cj.sina.com.cn/articles/view/1882481753/7034645902000zwx>

【华商报】省人大常委会开展关中地区大气污染防治工作专题询问

<http://news.hsw.cn/system/2023/0329/1606627.shtml>

【山西晚报】“空气侠”赵亮:与污染斗智斗勇 为蓝天保驾护航

<https://app.wuzhishanrmt.cn/App/content/detailshare.html?contentId=7413055&appId=110177&projectId=17>

【山西省政府】赵亮：与污染斗智斗勇 为蓝天保驾护航

[http://www.shanxi.gov.cn/zjsx/rwsj/bydll/202212/t20221212\\_7601388.shtml](http://www.shanxi.gov.cn/zjsx/rwsj/bydll/202212/t20221212_7601388.shtml)

【中国环境报】西安：“暖蓝行动”观察员探秘“环保智慧大脑”

<https://www.cenews.com.cn/news.html?aid=1047490>

【央视网】西安：“暖蓝行动”观察员走进智慧环保指挥中心

<http://local.cctv.com/2023/04/17/ARTI1FEakWzRIElw7aDmP22d230417.shtm>



**免责声明：**

本报告由空气侠牵头编撰，报告中所表达观点不代表资助方立场，解释权归空气侠所有。

报告中难免存在纰漏之处，我们诚挚欢迎大家批评指正。

[Kongqixia2014@163.com](mailto:Kongqixia2014@163.com)

报告内容将适时进行更新，更新版将发布到空气侠微信公众平台、合作方网站以及自媒体平台。

