



文献 CSTR:
32001.14.11-6035.csd.2025.0044.zh



文献 DOI:
10.11922/11-6035.csd.2025.0044.zh
数据 DOI:
10.57760/sciencedb.j00001.01369

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2025-03-26
录用日期: 2025-06-17
发表日期: 2025-11-24

我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料 排放因子数据集

李倩^{1,3}, 张宁宁^{2*}, 张勇², 王凯², 米娜¹, 刘凡¹, 景悦¹

1. 西安地球环境创新研究院, 西安 710061
2. 中国科学院地球环境研究所, 西安 710061
3. 陕西关中平原区域生态环境变化与综合治理国家野外科学观测站, 西安 710061

摘要: 目前固体燃料仍然是我国居民烹饪和取暖的重要能源之一, 且农村地区使用传统固体燃料比例要远高于城市地区, 尤其在西北和西南地区, 其燃烧过程释放的污染物是区域性空气污染和温室气体排放的重要来源, 对农村居民的室内空气质量和健康风险影响显著。本研究针对我国西北和西南农村地区传统固体燃料燃烧排放数据匮乏的问题, 基于 2018–2019 年实地调查与燃烧实验, 构建了农村居民生活固体燃料排放因子数据集。研究覆盖黄土高原、西北干旱区及青藏高原等典型区域, 涵盖薪柴、秸秆、散煤及禽畜粪便等主要燃料类型, 采集二氧化碳 (CO₂)、二氧化氮 (NO₂) 和细颗粒物 (PM_{2.5}) 等 9 类污染物排放数据。数据集通过自主研发的便携式稀释采样系统实现污染物浓度实时监测与实验室分析结合, 确保排放因子本地化与高精度。质量控制方面, 采用空白滤膜扣除背景干扰、多通道平行采样及仪器定期校准保证数据质量。本数据集可为区域空气污染模型构建、区域大气污染源清单编制、农村能源消费与环境健康影响评估提供基础数据支撑。可为农村清洁取暖改造及碳减排路径优化提供量化依据, 助力“双碳”目标科学分解, 推动农村能源利用向绿色、低碳方向转型。

关键词: 农村居民生活能源; 固体燃料; 我国西北和西南地区; 排放因子

数据库 (集) 基本信息简介

数据库 (集) 名称	我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料排放因子数据集
数据通信作者	张宁宁 (zhangnn@ieecas.cn)
数据作者	李倩、张宁宁、张勇、王凯、米娜、刘凡、景悦
数据时间范围	2018–2019年
地理区域	地理范围为24°1'N–44°10'N, 87°27'E–108°34'E, 其中包括甘肃省、贵州省、宁夏回族自治区、青海省、四川省、陕西省、新疆维吾尔自治区、云南省、西藏自治区。
数据量	93.26 KB
数据格式	*.xlsx
数据服务系统网址	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01369

* 论文通信作者

张宁宁: zhangnn@ieecas.cn

基金项目	生态环境部第二次全国污染源普查专项（G-20180103-01）；中国科学院“西部之光”人才培养计划（XAB2021YN06）。
数据库（集）组成	本数据集存储于1个Excel文件中，包含326组样品数据，每组数据涵盖基础信息、炉灶与燃料信息、现场参数、实验数据和排放因子计算数据共5类信息。其中，基础信息包含汇总编号、测试日期和被调查户所属地区；炉灶与燃料信息包含炉灶种类、位置、用途、烟囱类型及高度、燃料种类和燃料消耗量；现场参数包含进气流量、稀释气流量、二级稀释气体流速和平衡气流速；实验数据主要为燃料含碳量；排放因子计算结果包含不同炉灶和燃料类型的二氧化碳（CO ₂ ）、甲烷（CH ₄ ）、一氧化碳（CO）、二氧化氮（NO ₂ ）、一氧化氮（NO）、氮氧化物（NO _x ）、二氧化硫（SO ₂ ）、总挥发性有机物（TVOC）和细颗粒物（PM _{2.5} ）排放因子数据。

引言

能源是满足人们需求和社会发展的根本保障，居民生活能源主要包括电能和燃料(固态、液态或气态)。近年来，随着工业化和城市化水平的提高，使用传统固体燃料的家庭比例有所下降，但是固体燃料仍然是我国居民烹饪和取暖的重要能源之一，且农村地区使用传统固体燃料进行烹饪和采暖的人群比例要远高于城市地区，尤其在西北和西南地区，受地理环境、经济发展水平和传统习惯影响，固体燃料（如薪柴、秸秆和散煤）在农村居民生活中仍占据主导地位^[1]。研究显示，西北生态脆弱区农村家庭使用传统固体燃料的比例高达 92.05%，其中煤炭在黄土高原和西北干旱区占比分别为 64.44%和 72.39%，而青藏高原地区以禽畜粪便为主（58.92%）^[2]。由于农村居民生活使用固体燃料燃烧效率低，且缺乏末端控制措施，这些燃料在燃烧过程中会释放大量污染物，包括颗粒物（PM_{2.5}、PM₁₀）、一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO₂）、黑碳（BC）和有机碳（OC）等。这些污染物是区域性空气污染和温室气体排放的重要来源。同时，固体燃料燃烧对农村居民的室内空气质量和健康风险也产生了显著影响^[3-5]。研究显示，农村使用农作物取暖与高血压患病风险显著相关（AOR=1.54）^[6]，固体燃料暴露人群全因死亡风险增加 23%^[7]。因此，针对西北和西南地区固体燃料的排放特征进行系统测算，构建高精度的区域性排放因子数据集具有重要的学术价值和实际意义。

然而，当前主流排放因子多来源于城市或工业领域，农村地区尤其是我国西北和西南农村地区的生活能源消费排放数据相对匮乏，区域差异和燃料多样性使得现有排放因子难以准确反映当地实际情况。由此，构建以实测数据为基础的农村固体燃料排放因子数据集，将有效弥补这一数据缺口，提升区域污染物排放清单编制的科学性和精确性，为农村清洁能源政策提供科学依据。

本研究基于 2018-2019 年在我国西北和西南地区典型农村开展的居民生活能源消费调查与燃烧实验，系统测算不同固体燃料的污染物排放因子，构建了 2018–2019 年我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料排放因子测算数据集。本数据集包含薪柴、秸秆、煤炭等多种燃料类型的主要污染物排放因子（CO₂、CH₄、CO、NO₂、NO、NO_x、SO₂、TVOC 和 PM_{2.5}），并综合考虑了燃料来源差异等，为区域空气污染源解析和碳排放核算提供基础数据支持。

1 数据采集和处理方法

本研究通过自行搭建的便携式稀释采样系统，采集我国西北和西南地区农村居民生活能源消费

1.1 研究设计

本研究基于自行搭建的便携式稀释采样系统开展工作（图1），该系统集成稀释腔、PM_{2.5}切割器、在线监测及三通道采样装置四大模块。气体在进入稀释腔前经过进气口，进气口由净化装置、金属头和保温软管组成，可消除背景干扰和避免烟气冷凝损失。保温软管连接稀释腔，稀释腔内置文丘里混合器，对采集的烟气进行稀释并精准调节洁净空气与烟气的混合比例，以降低污染物浓度至检测仪器量程范围内^[8-9]。稀释腔出气口连接PM_{2.5}切割头，采用惯性撞击与旋风分离技术，在16.7 L/min的流量下对烟气进行粒径分级，确保采集的颗粒物为PM_{2.5}。切割器出气口分别连接在线监测装置、采样装置和流量计，同步实现多组分气体在线检测与三通道滤膜平行采样。在线监测装置使用广东斯柯森公司生产的SKS-BF-M7型多组分气体分析仪，实时测定CO₂、CH₄、CO、NO₂、NO、NO_x、SO₂和TVOC的浓度。采样装置通过三个平行布置的石英滤膜（直径37 mm），以3.0 L/min的流速采集PM_{2.5}样品，供后续实验室分析^[10]。整个系统依靠泵的动力驱动，通过调整泵的功率精准控制系统流量和稀释比。该采样系统通过便携模块化组装设计，适配多场景移动采样，灵活调节稀释比例，实现滤膜采集与在线检测双兼容，通过多通道并行采样技术保障数据采集与实验一致性，可精准控制流量和时间，真实模拟大气扩散动态特征，采样装置见图2。

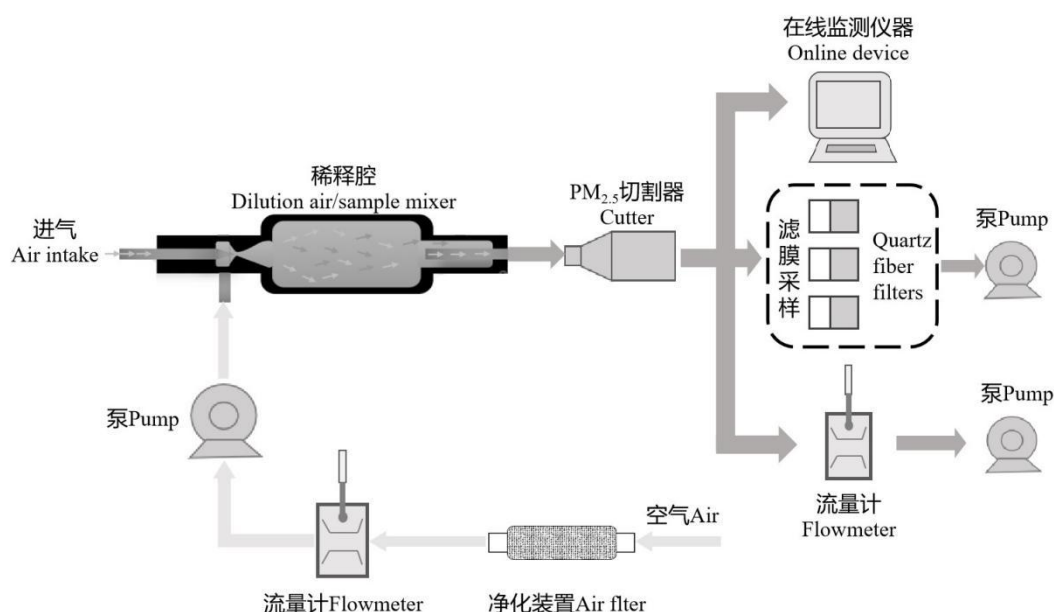


Figure 1 Diagram of the sampling device

采样点设在农村居民日常使用的炉具出烟口附近，针对有烟囱的炉具，采样探头放置在烟囱出口附近（图3），避免靠近烟囱内壁，以防烟囱壁的冷凝物或灰尘干扰采样结果，距出口直径约1.5倍处，避开涡流区，确保烟气充分混合，气体浓度稳定。针对无烟囱的炉具，采样探头直接置于炉

具出烟口，确保烟气主流场覆盖采样截面。采集样品时，在农户家中使用户主家中的炉具和燃料，生火燃烧，待燃烧状况稳定后，通过内置泵将烟气吸入管道，基于预实验确定的最佳稀释倍数调节稀释腔的稀释比（2–10 倍），以防高浓度烟气对在线监测装置和采样滤膜造成过载。采样前应测量烟气温度和湿度，防止高温和高湿气体对分析仪造成损坏。如烟气湿度较高，建议使用冷凝除湿装置或高效气体干燥器去除水汽，减少对 NO_x 、 SO_2 等气体测量的干扰。



图 2 采样装置

Figure 2 Sampling device



图 3 实地采样

Figure 3 On-site sampling

1.2 现场监测与采样

1.2.1 气体实时监测

通过 SKS-BF-M7 型气体分析仪（图 4），实时测定燃烧过程中烟气中的 CO_2 、 CH_4 、 CO 、 NO_2 、 NO 、 NO_x 、 SO_2 、TVOC 浓度，记录各污染物在燃烧全过程中的浓度变化，该设备采样方式为泵吸式，每次采样持续 10–15 分钟，可同时支持非分散红外（NDIR）、光离子化（PID）和电化学传感器监测多种气体，工作温度在 -40°C 到 50°C 之间，内置斯柯森滤波技术及算法，减少多组分气体间的交叉干扰影响，各项污染物检测原理、量程与精度和关键参数详见表 1。



图 4 气体分析仪

Figure 4 Flue gas analyzer

表 1 在线监测污染物监测原理及关键参数

Table 1 Detection principles and key parameters for online pollutant monitoring

污染物	检测原理	量程	精度	关键参数
CO ₂	非分散红外 (NDIR)	0–20000 ppm	±3% FS	内置温度补偿, 抗交叉干扰算法, 响应时间 ≤30秒
CH ₄	非分散红外 (NDIR)	0–1000 ppm	±3% FS	抗H ₂ O干扰设计
CO	电化学传感器	0–1000 ppm	±2% FS	恒电位电解, T90响应时间≤20秒
NO/NO ₂	电化学传感器	0–100 ppm	±3% FS	内置NO ₂ →NO催化转化模块
SO ₂	电化学传感器	0–200 ppm	±2% FS	内置防潮过滤膜, 适用于高湿环境
TVOC	光离子化检测器 (PID)	0–2000 ppm	±3% FS	紫外灯寿命≥6000小时, 抗湿度漂移

注: ppm (parts per million, 百万分之一): 表示气体浓度的体积比。FS (Full Scale, 满量程): 指仪器的最大测量范围, 误差计算基于满量程。

1.2.2 PM_{2.5}采样

采样人员在采样之前需经过标准化采样培训, 滤膜采样过程中采样人员均须佩戴硅胶手套, 避免污染样本滤膜, 需同时采集野外空白滤膜作为质控基准。在采样过程中, 采样系统以 16.7 L/min 的恒定流量驱动稀释烟气通过 PM_{2.5} 切割头完成粒径分级, PM_{2.5} 颗粒以约 3.0 L/min 的流速由三通道平行石英滤膜同步捕获。全过程需同步记录核心参数, 主要包括采样日期、采样时间、滤膜编号、坐标位置、炉灶种类、位置、用途、烟囱类型及高度、燃料种类、燃料消耗量、仪器流量、温度和湿度等相关数据。采样结束后, 样品滤膜立即封装于防静电密封样品盒, 标注唯一性编码, 装入聚苯乙烯皮氏皿中, 于约-4℃恒温避光冷藏保存, 确保颗粒物质量稳定性至实验室称量分析。

1.3 实验室分析方法

PM_{2.5} 颗粒物质量浓度通过重量法可计算得出, 使用精度为 1 μg 的百万分之一电子天平 (图 5), 分别称量采样前后的滤膜质量, 根据质量差与采样体积比计算出 PM_{2.5} 质量浓度。为消除滤膜自带的背景污染物, 在采样前将滤膜置于马弗炉中, 程序升温至 800℃煅烧 3 小时, 彻底分解有机污染物

及挥发性杂质，随后冷却至室温，避免环境颗粒物二次吸附。煅烧后的滤膜转移至洁净铝箔盒，于恒温恒湿箱（20–23℃，相对湿度 35%–45%）中至少放置 24 小时，确保滤膜达到平衡状态，消除环境温湿度干扰，防止称量误差。滤膜采样完成后，在恒温恒湿箱内对滤膜进行称重。为确保数据准确性，每个样品至少称量两次，计算 3 个平行滤膜之间的 $PM_{2.5}$ 质量浓度，若平行样相对标准偏差超过 15%，需检查滤膜完整性或重新采样。为计算实际 $PM_{2.5}$ 浓度，需测量并减去滤膜的背景浓度。背景滤膜通过与采样滤膜相同的预处理和称量流程获得，最终结果为实际采样值减去背景滤膜质量。



图 5 电子微量天平

Figure 5 Electronic micro-balance

1.4 排放因子计算方法

受现场实地采样条件限制，例如狭窄空间、复杂地形或高温高湿等恶劣环境，无法收集到产生的全部烟气，因此采用碳平衡法计算排放因子^[11]。碳平衡法合理假设在任一个采样位置，烟气中的污染物排放因子均相同，因此采样探头位置可以相对灵活，可依据现场实际情况如气流走向和空间布局等，选择能代表整体烟气特征的位置布置采样探头。它的优点是只需要测量烟气中污染物的相对比例，而不用测量污染物的绝对质量，可以解决现场采样烟气收集不完全的问题，计算公式如下^[12]：

$$N_X = \frac{C_{fuel} \times f'}{1 + \left(\frac{C_{CO} + C_{THC} + C_{PM}}{C_{CO_2}} \right)} \times \frac{M_X}{M_{CO_2}} \quad (1)$$

式中： N_X 为污染物 X 的排放因子，单位为 g/kg； C_{fuel} 为燃料的含碳量，单位为 g/kg； f' 为 CO_2 中 C 和 CO_2 的转换因子，取 3.67； C_{CO} 、 C_{THC} 、 C_{PM} 和 C_{CO_2} 分别为 CO、总碳氢、颗粒物和 CO_2 中的 C 质量，单位为 g； M_X 和 M_{CO_2} 分别为 X 和 CO_2 的质量浓度，单位为 g/L。通过以上方法换算出各污染物的排放因子，形成本地化数据库。

2 数据样本描述

本数据集记载了我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料排放因子测算相关数据，数据通过现场采样、设备监测及实验室分析获得。2018 年 10 月至 2019 年 1 月底采用分层随机抽样的方式在我国西部 9 个省/自治区（甘肃、贵州、宁夏、青海、四川、陕西、新疆、云南、西藏）农村地区进行入户测试及样品采集。每个省的样品数量根据人口数来确定，抽样空间位置从每个城市中随机选择 1–3 个县，每个县选择 1–2 个村庄和一定数量的家庭进行燃烧采样，人口数较少的地区

样本采集数量相对较少（例如西藏地区）。采样燃料类型有农作物秸秆（玉米秆、小麦秆、大豆秆、玉米芯和胡麻秆等）、薪柴（松树枝、柳树枝、木耳树枝和橘子树枝等）、煤（块煤、无烟煤和蜂窝煤）和牛羊粪，炉具类型有炕（灶连炕和单炕形式，制作原料一般为砖和水泥）、砖灶（有单灶和双灶形式）和金属炉，各省的样本量采集情况如表 2 所示。

表 2 样本采集情况统计表
Table 2 Details of sample collection sites

省	市	县/区	经纬度	样本数
甘肃	平凉市	灵台县	107°35'E,35°7'N	29
	武威市	民勤县	103°32'E,38°37'N	31
贵州	黔南布依族苗族自治州	平塘县	107°33'E,25°49'N	14
	六盘水市	盘县	104°48'E,25°42'N	13
宁夏	中卫市	海原县	105°43'E,36°36'N	14
青海	海北州	祁连县	100°08'E,38°22'N	12
四川	德阳市	广汉市	104°16'E,30°50'N	19
	眉山市	青神县	103°52'E,29°50'N	30
	泸州市	龙马潭区	105°28'E,28°56'N	24
陕西	咸阳市	淳化县	108°34'E,34°54'N	19
	汉中市	镇巴县	107°52'E,32°16'N	47
新疆	乌鲁木齐市	米东区	87°39'E,43°58'N	20
	昌吉市	大西渠镇	87°27'E,44°7'N	13
	五家渠市	滨河社区	87°31'E,44°10'N	5
云南	安宁市	安宁县	103°43'E,36°6'N	16
	临沧市	永德县	99°15'E,24°1'N	16
西藏	昌都市	卡若区	97°10'E,31°9'N	4
合计				326

本数据集以表格形式（Excel）存储，包含 326 组样品数据，每组数据涵盖基础信息、炉灶与燃料信息、现场参数、实验数据和排放因子计算数据共五类信息。其中，基础信息包含汇总编号、测试日期和被调查户所属地区；炉灶与燃料信息包含炉灶种类、位置、用途、烟囱类型及高度、燃料种类和燃料消耗量；现场参数包含进气流量、稀释气流量、二级稀释气体流速和平衡气流速；实验数据主要为燃料含碳量；排放因子计算结果包含不同炉灶和燃料类型的 CO₂、CH₄、CO、NO₂、NO、NO_x、SO₂、TVOC 和 PM_{2.5} 排放因子数据。通过对数据属性进行检索，可以较为方便地获得特定地区特定类型燃料和炉灶的污染物排放因子。

3 数据质量控制和评估

3.1 采样系统性能评价

对系统中稀释腔密闭性、稀释比和滤膜采样性能进行评价^[13]，首先对稀释腔进行密闭性测试，

关闭稀释腔所有非必要接口，用 SKS-BF-M7 型气体分析仪监测 CO₂ 本底浓度约为 512 ppm。燃烧燃料生成稳态烟气，以 16.7 L/min 流量注入稀释腔，2 分钟后进气口监测 CO₂ 浓度升至 2734 ppm，确认烟气稳定导入。关闭进/出气口形成密闭空间，10 分钟后在出气口监测 CO₂ 浓度降至 2712 ppm，10 分钟内 CO₂ 浓度仅下降了 0.8%。打开出气口，等待 5 分钟后，监测出气口 CO₂ 浓度为 512 ppm，恢复到背景浓度，结果表明稀释腔密封性良好。开展预实验确定最佳稀释倍数调节稀释腔的稀释比，向采样系统接入 10% 的二氧化碳气体，调节不同的稀释比（2 倍、5 倍和 8 倍），测量出气口 CO₂ 浓度，在不同稀释比下平行的 3 个出气口 CO₂ 浓度相对误差均小于 3.2%（表 3），表明烟气与空气在系统中能够混合均匀。最后开展 PM_{2.5} 损失测试，用粒径为 2 μm 左右的聚苯乙烯乳胶球以 3-10 L/min 的流速通过稀释采样系统，结果显示聚苯乙烯乳胶球的捕捉率是 99.8%，且流量适应性良好，可忽略 PM_{2.5} 采样损失。

表 3 不同稀释倍数下 CO₂ 浓度相对误差Table 3 RE of CO₂ concentration at different dilution multiples

稀释比	CO ₂ 浓度 1 (%)	CO ₂ 浓度 2 (%)	CO ₂ 浓度 3 (%)	相对误差 (%)
稀释比 (2 倍)	4.82	4.85	4.92	2.07
稀释比 (5 倍)	1.85	1.89	1.88	2.16
稀释比 (8 倍)	1.24	1.23	1.21	2.47

3.2 现场监测与采样质量控制

开始采样前，仪器必须进行零点和跨度校准，定期清洗气路，确保测量数据的准确性。尽量选择风速较小、环境空气相对稳定的条件下进行采样，减少环境空气稀释对数据的影响，同时记录采样期间的环境温度和湿度等，作为数据修正的参考参数。确定采样位置后需对三个通道的流量进行记录，烟气吸入量的流量需记录 10 个数据取平均值，但一级稀释与采样泵的流量不可设定在其最大流量，为后续采样的流量调节留有空间。烟气分析仪使用前需进行三四分钟的背景值记录。硅胶管两端使用棉花，防止小颗粒进入堵塞气路。采样过程中，实时观察仪器状态和数据变化，若出现异常（如浓度突变、数据漂移），应及时暂停采样并检查设备。使用温度计记录烟气温度，时刻观察一级稀释与采样泵的流量读数，使其与开始测量的读数保持一致（小数点后两位即可）。采样完成后，再使用流量计对流量进行校准，为防止燃烧样品的相互影响和污染，对系统抽空 30 分钟，其间在 PM_{2.5} 采集通道中放置空白滤膜，使系统尽可能清洁。每次采样后，将当天测量的烟气分析仪（使用数据线）、流量计（U 盘）数据全部保存至电脑，数据存储为时间序列格式，并备份以防数据丢失，将每日照片以户主名字进行分类整理，照片以实际实验过程命名。

3.3 实验室分析质量控制

测定样品前，开机让仪器预热 30 分钟，保证仪器的稳定性；每次取样、进样前将所用的镊子、滤膜切割器和玻璃皿等工具用无尘纸擦拭干净，避免样品交叉污染。滤膜称量时，使用防静电装置，保持恒温条件。每个样品都称量两次来保证称量质量，空白滤膜的两次称重重量差应小于 20 μg，样本滤膜的两次称重重量差应小于 40 μg，若两次差值大于规定的范围，需要重新称重。

4 数据价值

本数据集相较同类数据集^[14]，通过自行搭建的便携式稀释采样系统，实地采集我国西北和西南地区农村居民生活能源消费过程中固体燃料燃烧产生的多种污染气体相关数据。采样系统集成了移动部署、参数可调、高效采样和环境仿真等多重技术，通过对污染物排放浓度的现场实时监测和实验室滤膜分析，最终计算出多种气体的燃烧排放因子，实现排放因子的本地化。本数据集丰富了区域性固体燃料燃烧排放因子数据库，在多个领域具有重要的应用价值，可为区域空气污染模型构建与污染物来源解析提供基础数据支撑，助力区域大气污染源清单编制。同时，数据集为碳排放核算及碳中和目标的科学设定提供精准依据，对优化农村碳减排路径具有重要意义。此外，数据集能够为农村居民燃料燃烧对室内空气质量和健康风险的影响评估提供关键数据支持，有助于深入研究农村能源消费与环境健康的关联效应。最后，本数据集还可为地方政府制定农村能源结构调整和清洁能源推广政策提供科学参考，推动农村能源利用向绿色、低碳方向转型。

致 谢

本次数据采集在多方支持下共同完成，当地农户家庭积极配合，为数据采集工作提供了极大便利，现场采样人李伟生、姚懿和李致宇等人不辞辛劳在艰苦条件下采集数据，数据分析师杨乐汀等承担大量数据处理和数据分析工作，为本数据集的完成奠定了基础，特此致谢！

作者分工职责

李倩（1993—），女，陕西省渭南市人，硕士，研究方向为大气环境科学。主要承担工作：数据整理及论文撰写。

张宁宁（1981—），男，山东省济宁市人，博士，副研究员，研究方向为PM_{2.5}污染管理控制。主要承担工作：工作数据审核、论文指导修改。

张勇（1994—），男，安徽六安人，博士，研究方向为大气污染防治。主要承担工作：数据采样、数据汇总审核、论文指导修改。

王凯（1992—），男，甘肃省兰州市人，硕士，工程师，研究方向为大气环境科学。主要承担工作：数据处理。

米娜（1990—），女，陕西省渭南市人，硕士，研究方向为大气环境科学。主要承担工作：数据处理。

刘凡（1993—），女，陕西省西安市人，硕士，研究方向为大气环境科学。主要承担工作：数据处理。

景悦（1994—），女，陕西省西安市人，硕士，研究方向为大气遥感与数值模拟。主要承担工作：数据处理。

参考文献

[1] WANG R, JIANG Z J. Energy consumption in China's rural areas: a study based on the village energy survey[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 143: 452–461. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.090.

- [2] 李玲燕, 宋慧慧. 收入水平对农村家庭清洁能源使用行为的影响及其异质性分析: 基于西北生态脆弱区 969 户农村家庭的调查数据 [J]. 煤炭经济研究, 2023, 43(1): 72–78. DOI: 10.13202/j.cnki.cer.2023.01.004. [LI L Y, SONG H H. Impact of income level on rural household clean energy use behavior and heterogeneity analysis: based on the survey data of 969 rural households in ecologically fragile areas in northwest China[J]. Coal Economic Research, 2023, 43(1): 72–78. DOI: 10.13202/j.cnki.cer.2023.01.004.]
- [3] BRUCE N, PEREZ-PADILLA R, ALBALAK R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge[J]. Bulletin of the World Health Organization, 2000, 78(9): 1078–1092.
- [4] EZZATI M, KAMMEN D. Indoor air pollution from biomass combustion and acute Respiratory infections in Kenya: an exposure-response study.[J].Lancet, 2001,358(9282):619-624.DOI:
- [5] REGALADO J, PÉREZ-PADILLA R, SANSORES R, et al. The effect of biomass burning on respiratory symptoms and lung function in rural Mexican women[J]. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2006, 174(8): 901–905. DOI: 10.1164/rccm.200503-479OC.
- [6] 刘之光, 刘炜达, 宋若齐, 等. 中国城乡取暖燃料与高血压患病的相关性分析[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(7): 709–713, 721. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2022.07.001. [LIU Z G, LIU W D, SONG R Q, et al. The association between heating fuels and hypertension prevalence in China's urban and rural areas[J]. Journal of Cardiovascular and Pulmonary Diseases, 2022, 41(7): 709–713, 721. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2022.07.001.]
- [7] QIU S Y, CHEN X F, CHEN X F, et al. Solid fuel use, socioeconomic indicators and risk of cardiovascular diseases and all-cause mortality: a prospective cohort study in a rural area of Sichuan, China[J]. International Journal of Epidemiology, 2022, 51(2): 501–513. DOI: 10.1093/ije/dyab191.
- [8] ENGLAND G C, WATSON J G, CHOW J C, et al. Dilution-based emissions sampling from stationary sources: Part 1: Compact sampler methodology and performance[J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 2007, 57(1): 65–78. DOI: 10.1080/10473289.2007.10465291.
- [9] ENGLAND G C, WATSON J G, CHOW J C, et al. Dilution-based emissions sampling from stationary sources: part 2: gas-fired combustors compared with other fuel-fired systems[J]. Journal of the Air & Waste Management Association, 2007, 57(1): 79–93. DOI: 10.1080/10473289.2007.10465304.
- [10] 杨乐汀, 张宁宁, 张勇, 等. 我国西部农村地区固体燃料燃烧污染物排放因子测定及分布特征 [J]. 地球环境学报, 2024, 15(1): 154–163. [YANG L T, ZHANG N N, ZHANG Y, et al. Measurement and distribution characteristics of emission factors of pollutant emission in solid fuel combustion in rural areas of western China[J]. Journal of Earth Environment, 2024, 15(1): 154–163.]
- [11] ZHANG J, SMITH K R, MA Y, et al. Greenhouse gases and other airborne pollutants from household stoves in China: a database for emission factors[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34(26): 4537–4549. DOI: 10.1016/S1352-2310(99)00450-1.
- [12] 沈国锋. 室内固体燃料燃烧产生的碳颗粒物和三环芳烃的排放因子及影响因素[D]. 北京: 北京大学, 2012. [SHEN G F. Emission factors and influencing factors of carbon particles and polycyclic aromatic hydrocarbons produced by indoor solid fuel combustion [D]. Beijing: Peking University, 2012.]
- [13] 杨乐汀. 我国西部农村地区固体燃料燃烧排放清单建立及特征分析[D]. 北京: 中国科学院大学

(中国科学院地球环境研究所), 2022. [YANG L T. Establishment and characteristic analysis of solid fuel combustion emission inventory in rural areas of western China[D]. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences, 2022.]

[14] 张莉, 王茂华, 常征, 等. 1990–2016 年 UNFCCC 附件一国家二氧化碳排放因子数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2020, 5(1).DOI:10.11922/csdata.2019.0029.zh. [ZHANG L, WANG M H, CHANG Z, et al. A dataset of CO₂ emission factors in UNFCCC Annex I countries from 1990 to 2016[J/OL]. China Scientific Data, 2020, 5(1).DOI:10.11922/csdata.2019.0029.zh.]

论文引用格式

李倩, 张宁宁, 张勇, 等. 我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料排放因子数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(4). (2025-11-24). DOI: 10.11922/11-6035.csd.2025.0044.zh.

数据引用格式

李倩, 张宁宁, 张勇, 等. 我国西北和西南地区农村居民生活能源消费固体燃料排放因子数据集[DS/OL]. Science Data Bank, 2025. (2025-03-24). DOI: 10.57760/sciencedb.j00001.01369.

A dataset of emission factors Dataset from household solid fuel use in rural communities of Northwest and Southwest China

LI Qian^{1,3}, ZHANG Ningning^{2*}, ZHANG Yong², WANG Kai²,
MI Na¹, LIU Fan¹, JING Yue¹

1. Xi'an Institute for Innovative Earth Environment Research, Xi'an 710061, P.R. China

2. Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710061, P.R. China

3. National Observation and Research Station of Regional Ecological Environment Change and Comprehensive Management in the Guanzhong Plain, Xi'an 710061, P.R. China

*Email: zhangnn@ieecas.cn

Abstract: Solid fuels remain a significant energy source for cooking and heating in China, with rural areas exhibiting a substantially higher usage rate than urban areas, particularly in the northwest and southwest regions. The combustion of these fuels releases large amounts of pollutants, which serve as major sources of regional air pollution and greenhouse gas emissions, thereby exerting considerable impacts on indoor air quality and associated health risks for rural residents. This study addresses the critical lack of data on emissions from traditional solid fuel combustion in rural areas of northwest and southwest China. Based on field surveys and combustion experiments conducted between 2018 and 2019, we developed a dataset of emission factors for solid fuels used in rural households. The study covers typical regions such as the Loess Plateau, the arid of Northwest China, and the Qinghai-Tibet Plateau, and includes major fuel types such as firewood, crop residues, raw coal, and livestock manure. Emission data were collected for nine types of pollutants, including carbon dioxide (CO₂), nitrogen dioxide (NO₂), and fine particulate matter (PM_{2.5}). The

dataset was established using a self-developed portable dilution sampling system that combines real-time monitoring of pollutant concentrations with laboratory analysis, ensuring localized and high-precision emission factors. For quality control, we employed measures such as blank filter correction to eliminate background interference, multi-channel parallel sampling, and regular instrument calibration to ensure data reliability. This dataset provides fundamental support for the construction of regional air pollution models, regional atmospheric emission inventories, and assessments of rural energy consumption and its environmental health impacts. Additionally, it offers quantitative evidence for optimizing rural clean heating transformations and carbon reduction pathways, thereby facilitating the scientific decomposition of the “dual-carbon” goals and promoting the transition of rural energy use towards a greener and low-carbon direction.

Keywords: rural household energy; solid fuel; Northwest and Southwest China; emission factor

Dataset Profile

Title	A dataset of emission factors Dataset from household solid fuel use in rural communities of Northwest and Southwest Chin
Data corresponding author	ZHANG Ningning (zhangnn@ieecas.cn)
Data authors	LI Qian, ZHANG Ningning, ZHANG Yong, WANG Kai, MI Na, LIU Fan, JING Yue
Time range	2018 – 2019
Geographical scope	Gansu, Guizhou, Ningxia Hui, Qinghai, Sichuan, Shaanxi, Xinjiang Uygur, Yunnan, and Tibet Autonomous Regions (24°1'N–44°10'N, 87°27'E–108°34'E)
Data volume	93.26 KB
Data format	*.xlsx
Data service system	https://doi.org/10.57760/sciencedb.j00001.01369
Sources of funding	Special Project of the Second National Census on Pollution Sources by the Ministry of Ecology and Environment (G-20180103-01); CAS Light of WCAS “Light of West China” Program (XAB2021YN06).
Dataset composition	The dataset contains rural household solid fuel emission factors for energy consumption in Northwest and Southwest China. It is stored in one Excel file with 326 sample data entries. Each entry includes five types of information: basic information, stove and fuel details, on-site parameters, experimental data, and emission factor calculations. Basic information includes summary number, test date, and the geographic location of the surveyed of the household. Stove and fuel details cover stove type, location, purpose, chimney type and height, fuel type, and consumption. On-site parameters involve primary air flow rate, dilution air flow rate, secondary diluted gas velocity, and balance air flow rate. Experimental data mainly refers to fuel carbon content. Emission factor calculations include carbon dioxide (CO ₂), methane (CH ₄), carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO ₂), nitric oxide (NO), nitrogen oxides (NO _x), sulfur dioxide (SO ₂), total volatile organic compounds (TVOC), and fine particulate matter (PM _{2.5}) emission factors for

	various stove and fuel types.
--	-------------------------------