

·慢性阻塞性肺疾病监测·

2014年中国40岁及以上居民家庭污染燃料使用状况分析

冯雅靖 樊静 丛舒 王宝华 王宁 包鹤龄 王临虹 方利文

100050 北京, 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心呼吸病防控室

通信作者: 方利文, Email: fangliwen@ncncd.chinacdc.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.05.006

【摘要】 目的 了解中国居民家庭污染燃料使用状况和分布特征, 为政策制定提供依据。方法 数据来源于2014—2015年中国 ≥ 40 岁居民COPD监测。家庭燃料数据收集采用面对面问卷调查方法, 主要包括家庭烹饪和取暖使用的燃料类型、炉灶类型、排风排烟情况等。对样本进行复杂抽样估计相关指标及95%可信区间(95%CI)。结果 家庭燃料部分调查人群有效样本为75 075人。中国 ≥ 40 岁居民家庭烹饪或取暖使用污染燃料比例为有效样本的59.9%(95%CI: 54.2%~65.7%), 乡村地区显著高于城镇地区。其中单纯使用生物燃料和单纯使用煤燃料的比例分别为25.9%(95%CI: 20.5%~31.3%)和18.9%(95%CI: 13.2%~24.7%), 同时使用生物燃料和煤燃料比例为15.1%(95%CI: 10.8%~19.4%)。七大地理区域生物燃料和煤燃料使用率差异均有统计学意义($P < 0.05$)。在使用污染燃料烹饪的家庭中, 主要使用开放式炉火和开放式炉具的比例分别为21.3%(95%CI: 16.9%~25.8%)、31.5%(95%CI: 25.8%~37.2%); 有排风排烟装置的比例为72.7%(95%CI: 66.9%~78.5%)。结论 目前中国居民家庭使用污染燃料较为普遍, 使用率城乡与地域分布不均。传统落后的燃烧技术仍被广泛使用, 排风排烟装置普及率有待提高。为促进COPD防治, 应尽快制定燃料及技术改进策略, 减少家庭燃料燃烧造成的室内空气污染。

【关键词】 污染燃料; 生物燃料; 室内空气污染; 慢性阻塞性肺疾病; 监测

基金项目: 中央转移支付重大公共卫生项目

Current status of household polluting fuel use in adults aged 40 years and older in China, 2014

Feng Yajing, Fan Jing, Cong Shu, Wang Baohua, Wang Ning, Bao Heling, Wang Linhong, Fang Liwen
Division of Respiratory Diseases Prevention and Control, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Prevention and Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China
Corresponding author: Fang Liwen, Email: fangliwen@ncncd.chinacdc.cn

【Abstract】 **Objective** To analyze the status and distribution characteristics of household polluting fuel use in China. **Methods** The data were collected from the adults aged ≥ 40 years who were recruited through multi-stage stratified cluster sampling in 2014–2015 COPD surveillance conducted in 31 provinces (autonomous regions and municipalities) in China. A total of 75 107 adults aged ≥ 40 years in 125 surveillance points were surveyed in face to face interview. Polluting fuels included biomass fuels (wood, dung, crop residues and charcoal), coal (including coal dust and lignite) and kerosene. The weighted percentage of family using polluting fuels, combustion method for cooking or heating and ventilation installation with 95% CI were estimated by complex sampling design. **Results** According to the survey results from 75 075 adults, the percentage of family using polluting fuels for cooking or heating was 59.9% (95% CI: 54.2%–65.7%), the percentage in rural areas was significantly higher than that in urban areas ($P < 0.001$). As for different polluting fuels, the percentage of using only biomass fuels for cooking or heating was 25.9% (95% CI: 20.5%–31.3%), the percentage of using only coal (including kerosene) was 18.9% (95% CI: 13.2%–24.7%), and the percentage of using both biomass fuels and coal was 15.1% (95% CI: 10.8%–19.4%). Among seven geographic areas in China, the percentages of using biomass fuels ranged from 53.8% in southern China to 23.0% in northern China ($P = 0.039$), the percentages of using coal (including kerosene) ranged from 59.5% in northwestern China to 22.3% in southern China ($P = 0.001$). Among the families using polluting fuels, the percentages of mainly using traditional open fires and stoves were 21.3% (95% CI: 16.9%–25.8%) and 31.5% (95% CI: 25.8%–37.2%), respectively; the percentage of having ventilation installation was

72.7% (95%CI: 66.9%–78.5%)。 **Conclusions** Household polluting fuel use is common in China, but differs with area, traditional fuel combustion method is widely used, the coverage of ventilation installation need to be improved. In order to promote COPD prevention and control, it is necessary to develop strategies on fuels and fuel combustion method improvement to reduce indoor air pollution resulted from household fuel combustion.

【Key words】 Polluting fuel; Biomass fuel; Indoor air pollution; Chronic obstructive pulmonary disease; Surveillance

Fund program: Chinese Central Government Key Project of Public Health Program

家庭燃料不完全燃烧带来的室内空气污染已经成为全世界最重要的环境健康危险因素,造成的疾病负担巨大。根据 WHO 估计,2012 年家庭空气污染导致 430 万人过早死亡,相当于全球死亡数的 7.7%,超过疟疾、结核病和艾滋病的总和,并导致中低收入国家 1/3 的 COPD 死亡^[1-3]。了解中国家庭燃料使用情况,能够为政府提供决策依据。本研究从 COPD 防治角度出发,利用 2014—2015 年中国 COPD 监测数据,分析中国家庭污染燃料使用和燃烧技术现况,并结合 WHO 相关策略提出改进建议。

对象与方法

1. 对象与调查方法:

(1)数据来源和对象:数据源于 2014—2015 年中国居民 COPD 监测,监测对象为调查前 12 个月内在调查县/区居住 6 个月以上且年龄 ≥ 40 岁的中国籍居民。共获得有效样本 75 107 人,具体实施范围、调查内容、抽样方法等情况参见文献[4]。

(2)调查方法和内容:“家庭燃料”是反映居民 COPD 相关危险因素暴露的重要方面,数据收集采用面对面问卷调查方法。调查内容主要包括调查对象家庭烹饪和取暖使用的燃料类型、炉灶类型、排风排烟情况等。具体询问和测量方法:①燃料类型:烹饪燃料询问“目前(近 12 个月内)做饭是否使用下列 4 种燃料?”(煤油/石蜡、煤/碳、木头/柴草/农作物秸秆、动物粪便);取暖燃料询问“目前冬季最主要采用哪种形式或燃料取暖?”(不取暖、集中取暖、分户天然气自采暖、电器、煤、木头/柴草/农作物秸秆、动物粪便、其他)。②炉灶类型:询问“做饭最主要用哪种炉子?”(开放式炉火、开放式炉具、封闭式炉具、燃气灶、电磁炉、其他)。③排风排烟:询问“做饭炉子安装有哪种排风排烟设备?”(抽油烟机、排气扇、烟囱、没有);对于使用污染燃料取暖的家庭,询问“取暖装置是否安装烟囱?”(是、否)。考虑到一些乡村家庭有在室外烹饪的习惯,调查还询问“通常(近 12 个月内的绝大多数时候)的做饭地点?”(起居室、厨房、室外、其他)。

(3)质控措施:问卷调查质控措施:①由经过国家级或省级统一培训的监测点工作人员使用平板电脑电子化问卷进行询问调查,电子问卷设置自动跳转、可接受值域范围判定、缺失值查找和逻辑判断功能,降低问卷中不合理值、缺失值、逻辑错误等问题的产生;②问卷询问全程平板电脑录音,便于复核与监督;③问卷信息及录音可实时上传至监测点专用电脑,当天调查完成后可及时上传至中心服务器,实现省级、国家级异地同步抽查质控;④无需录入纸质问卷,避免二次录入错误。

2. 指标定义:清洁燃料(清洁能源)是指电、液化石油气、管道天然气、沼气、太阳能和酒精燃料;污染燃料包括生物燃料(动物粪便、木头、木炭、柴草、农作物废料)、煤、煤油和石蜡^[1]。家庭使用污染燃料:调查对象家庭烹饪或取暖时使用至少一种污染燃料,不论此种燃料是否为家庭主要燃料,均算作家庭使用污染燃料。单纯使用生物燃料/煤燃料:调查对象家庭烹饪或取暖时仅使用一种污染燃料,不论此种燃料是否为家庭主要燃料,均算作单纯使用该种污染燃料。

3. 统计学分析:

(1)基本方法:采用 SAS 9.4 软件进行数据分析。采用基于复杂抽样和加权的率的估计方法分析人群中家庭污染燃料使用、炉灶类型和排风排烟情况;权重计算方法参见文献[4]。应用泰勒级数方差法估计抽样误差与率的 95%CI;采用基于复杂抽样设计的 Rao-Scott χ^2 检验比较城乡差异和七大地理区域间差异。双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

(2)各指标具体说明:①计算污染燃料使用率时,根据上述燃料定义将选项合并同类项,“木头/柴草/农作物秸秆、动物粪便”合并为“生物燃料”,将“煤、煤油/石蜡”合并为“煤燃料”。②计算不同类型污染燃料使用率时,将家庭使用污染燃料细分为“单纯使用生物燃料、单纯使用煤燃料、同时使用生物燃料和煤燃料”3 组,分别计算 3 组情况在全部调查样本中的比例。③描述七大地理区域污染燃料使用率分布时,分别计算生物燃料和煤燃料使用率,指标分

子为使用该种燃料的所有家庭例数,即单纯使用一种与同时使用两种污染燃料的频数之和。由于权重计算未纳入地理区域因素,因此各区域的率未加权。④描述炉灶类型时,将选择“燃气灶、电磁炉、其他类型中能区分出使用清洁燃料的”合并为“其他类型”,以着重对污染燃料的炉灶类型分组分析。⑤分析排风排烟情况时,将“抽油烟机、排气扇、烟囱”合并为“有排风排烟装置”,并在分母中去除通常在室外烹饪的家庭数,但未考虑季节变换带来烹饪地点变换的问题。

结 果

1. 调查对象一般情况:2014年中国 COPD 监测家庭燃料部分调查人群有效样本为 75 075 人,其中男性 37 298 人(49.7%)、女性 37 777 人(50.3%),城镇 35 690 人(47.5%)、乡村 39 385 人(52.5%)。其他情况见表 1。

表 1 中国 COPD 监测家庭燃料部分有效样本分布

特征	例数 (n=75 075)	构成比 (%) ^a	构成比 (%,95%CI) ^b
年龄组(岁)			
40~	23 500	31.3	40.5(38.4~42.7)
50~	24 512	32.7	28.2(26.9~29.5)
60~	19 873	26.5	17.6(16.3~18.9)
≥70	7 190	9.5	13.7(12.3~15.1)
性别			
男	37 298	49.7	50.3(49.0~51.7)
女	37 777	50.3	49.7(48.3~51.0)
城乡			
城镇	35 690	47.5	47.9(42.1~53.8)
乡村	39 385	52.5	52.1(46.2~57.9)
地理分区 ^c			
华北	10 209	13.6	-
华东	19 184	25.5	-
华中	8 979	12.0	-
华南	7 640	10.2	-
西南	12 228	16.3	-
西北	9 044	12.0	-
东北	7 791	10.4	-

注:^a未加权构成比;^b加权构成比;^c地理分区样本构成比未加权

2. 家庭污染燃料使用情况:2014年中国 ≥40 岁居民家庭烹饪或取暖使用污染燃料(45 472 例)占自报使用家庭燃料的家庭(74 991 例)比例为 59.9%,乡村地区明显高于城镇地区。乡村地区单纯使用生物燃料和同时使用两种类型污染燃料比例明显高于城

镇地区,城乡差异有统计学意义(表 2)。

3. 中国七大地理区域家庭污染燃料使用分布:

(1)生物燃料:2014年中国七大地理区域 ≥40 岁居民家庭烹饪或取暖使用生物燃料的比例按照从高到低依次为:华南地区 53.8%(95%CI: 41.5%~66.1%),西南地区 52.7%(95%CI: 40.0%~65.3%),东北地区 50.2%(95%CI: 31.4%~69.0%),西北地区 47.2%(95%CI: 32.9%~61.6%),华东地区 42.1%(95%CI: 32.8%~51.3%),华中地区 41.1%(95%CI: 28.3%~53.9%),华北地区 23.0%(95%CI: 8.6%~37.4%)。不同地理区域间差异有统计学意义($\chi^2=13.3, P=0.039$)。

(2)煤燃料:2014年中国七大地理区域 ≥40 岁居民家庭烹饪或取暖使用煤燃料的比例按照从高到低依次为:西北地区 59.5%(95%CI: 43.8%~75.2%),华北地区 49.3%(95%CI: 32.6%~66.1%),华中地区 37.2%(95%CI: 23.4%~51.1%),华东地区 29.3%(95%CI: 17.2%~41.4%),东北地区 23.6%(95%CI: 13.2%~34.1%),西南地区 23.4%(95%CI: 9.3%~37.6%),华南地区 22.3%(95%CI: 10.1%~34.5%)。不同地理区域间差异有统计学意义($\chi^2=22.4, P=0.001$)。

4. 烹饪炉子类型:2014年中国 ≥40 岁居民使用污染燃料烹饪的 38 535 户家庭中,炉子类型为开放式炉火的比例为 21.3%,开放式炉具为 31.5%。城镇地区开放式炉火和开放式炉具比例分别为 17.1%、25.5%;乡村地区开放式炉火和开放式炉具比例分别为 23.1%、34.0%,炉子类型构成城乡差异有统计学意义(表 3)。

5. 排风排烟情况:

(1)烹饪排风排烟:2014年中国 ≥40 岁居民使用污染燃料且在室内烹饪的 37 835 户家庭中,有排风排烟装置的比例为 72.7%,城乡差异无统计学意义。在有排风排烟装置的 28 176 户家庭中,“从不使用”4.6%，“有时使用”7.7%，“经常使用”87.1%，使用频率城镇地区总体略高于乡村地区,城乡差异有统计学意义(表 4)。

(2)取暖排风排烟:2014年中国 ≥40 岁居民使

表 2 中国 ≥40 岁居民家庭烹饪或取暖污染燃料使用率

燃料种类	合计(n=74 991)		城镇(n=35 659)		乡村(n=39 332)		χ^2 值	P值
	例数	率(%,95%CI) ^a	例数	率(%,95%CI) ^a	例数	率(%,95%CI) ^a		
污染燃料 ^b	45 472	59.9(54.2~65.7)	13 247	39.4(32.3~46.5)	32 225	78.8(73.5~84.2)	120.3	<0.001
生物燃料	19 719	25.9(20.5~31.3)	4 227	12.2(8.5~15.9)	15 492	38.5(30.9~46.1)	94.5	<0.001
煤燃料	12 671	18.9(13.2~24.7)	5 280	17.5(12.5~22.4)	7 391	20.3(12.6~28.1)	0.9	0.342
生物燃料+煤燃料	13 082	15.1(10.8~19.4)	3 740	9.7(5.8~13.7)	9 342	20.0(14.7~25.4)	23.2	<0.001

注:^a均为加权统计量;^b污染燃料细分为单纯使用生物燃料、单纯使用煤燃料、同时使用生物燃料和煤燃料 3 组

表 3 中国 ≥40 岁居民使用污染燃料烹饪家庭主要炉子类型

烹饪炉子类型	合计		城镇		乡村		χ ² 值	P 值
	例数	构成比(% ,95%CI) ^a	例数	构成比(% ,95%CI) ^a	例数	构成比(% ,95%CI) ^a		
开放式炉火	8 476	21.3(16.9 ~ 25.8)	1 817	17.1(12.8 ~ 21.4)	6 659	23.1(17.6 ~ 28.6)	25.0	<0.001
开放式炉具	12 435	31.5(25.8 ~ 37.2)	2 651	25.5(18.8 ~ 32.1)	9 784	34.0(27.6 ~ 40.3)		
封闭式炉具	5 598	12.3(7.9 ~ 16.6)	1 245	9.6(4.2 ~ 14.9)	4 353	13.4(8.7 ~ 18.0)		
其他类型 ^b	12 026	34.9(29.5 ~ 40.3)	4 654	47.8(39.6 ~ 56.2)	7 372	29.5(24.1 ~ 35.1)		
合计	38 535	100.0	10 367	100.0	28 168	100.0		

注：^a均为加权统计量；^b其他类型包括：燃气灶、电磁炉、电锅、电灶等使用清洁燃料的炉灶

表 4 中国 ≥40 岁居民使用污染燃料室内烹饪家庭排风排烟状况 (n=37 835)^a

通风状况	合计		城镇		乡村		χ ² 值	P 值
	例数	频率(% ,95%CI)	例数	频率(% ,95%CI)	例数	频率(% ,95%CI)		
有排风排烟装置	28 176	72.7(66.9 ~ 78.5)	7 432	70.9(64.0 ~ 77.8)	20 744	73.4(66.9 ~ 79.9)	0.48	0.487
排风排烟装置使用频率 ^b								
从不	2 129	4.6(3.1 ~ 6.1)	399	2.7(1.4 ~ 4.0)	1 730	5.4(3.4 ~ 7.3)	12.8	0.005
有时	2 308	7.7(5.8 ~ 9.5)	658	8.5(6.0 ~ 11.0)	1 650	7.3(5.5 ~ 9.2)		
经常	23 507	87.1(84.8 ~ 89.5)	6 306	88.1(84.8 ~ 91.3)	17 201	86.8(84.2 ~ 89.3)		

注：排风排烟装置比例及使用频率均为加权值；^a使用污染燃料烹饪家庭 38 535 户，室外烹饪 675 户，缺失值 25 户；^b232 例(0.6%) 回答“不确定”

用污染燃料取暖的 29 781 户家庭中，取暖设备有烟囱的比例为 76.4 % (22 414 户)，城镇地区为 82.1% (6 756 户)，乡村地区为 73.8% (15 658 户)，城乡差异无统计学意义 (χ²=3.2, P=0.074)。

讨 论

污染燃料燃烧释放出多种有害物质，这些物质作用于肺部血管内皮和上皮细胞，能引起细胞学气道反应炎症和急性肺损伤，长期暴露易造成气道阻塞和肺功能持续损伤，增加 COPD 的发病风险^[5-6]。家庭污染燃料燃烧造成的室内空气污染是 COPD 发病和死亡的重要危险因素^[1-3]。2014 年，WHO 发布《室内空气质量指南：家庭燃料燃烧》(IAQ 指南)^[7]，明确提出家庭燃料燃烧产生的细颗粒物 (PM_{2.5}) 和一氧化碳 (CO) 在通风和不通风状态下的目标排放率，并采用“清洁燃料 (clean fuels)”和“污染燃料 (polluting fuels)”的分类，取代以前“固体燃料 (solid fuels)”概念。燃料分类的转变有助于更精准、全面地了解家庭燃料产生的健康风险，推动更全面的家庭燃料数据收集。本文遵循 WHO 对燃料分类最新理念进行分析和论述。

2014 年中国 ≥40 岁居民有六成家庭烹饪或取暖使用污染燃料。乡村地区使用污染燃料家庭比例显著高于城镇地区，城乡差异主要源于生物燃料的使用。据 WHO 家庭能源数据统计，2014 年全球有 43% 的人口 (约 31 亿) 主要依靠污染燃料烹饪和取暖，在中低收入国家比例超过 53%；全球超过 80% 的乡村家庭和不到 25% 的城镇家庭主要依靠污染燃料^[1,7]。污染燃料燃烧带来的家庭室内空气污染是中国乃至全球重要的公共卫生问题，特别是在中低

收入国家和地区，其给贫困人口带来严重的健康威胁与沉重的疾病负担。

中国不同地理区域家庭污染燃料使用率水平存在较大差异，且生物燃料与煤燃料分布特征不同。生物燃料在华南、西南和东北地区家庭使用率最高，均超过 50%；煤燃料在西北地区家庭使用率最高 (60%)，其次是华北地区 (49%)。全球范围内，不同地区和国家同样存在很大差异。使用污染燃料烹饪人口比例最高的前 3 位地区分别是非洲 (84%)、东南亚 (65%) 和西太平洋地区 (44%)；在人口数量上，中国使用污染燃料烹饪的人口位居全球第二，仅次于印度^[1]。污染燃料在地理区域间不均衡分布的特征提示需要先确定优先区域及重点人群，因地制宜地制定燃料优化策略和技术减排措施。

燃料类型是家庭室内空气污染的决定性因素。生物燃料燃烧释放出高浓度可吸入颗粒物^[5]，可造成呼吸功能受损^[6]。煤包含铅、汞等多种有毒物质，国际癌症研究机构 (IARC) 已确定^[8]，家庭燃煤室内排放物为一类致癌物。IAQ 指南强烈建议：未处理的煤不应作为家庭燃料使用，不鼓励家庭使用煤油^[7,9]，煤油会导致家庭 PM_{2.5} 水平超过规定标准^[7,10]。因此，减少生物燃料、煤和煤油的使用可有效降低家庭室内空气污染，从而减少或延缓 COPD 的发生或发展。然而居民选择何种燃料，首先取决于这种燃料费用。生物燃料属低等级能源，其费用低，但热效率也低，造成污染多；气、电等较高等级能源热效率高，污染少，但价格较贵^[6]。提升能源等级，使用清洁、安全和高效能源可以最大限度降低室内空气污染。但在低收入地区和更多依赖生物燃料和煤的乡村地区，清洁家庭能源转变需要几年甚至几十年时

间,对此IAQ指南建议设立过渡期,优先考虑能带来巨大健康效益的“过渡燃料和技术”,并给出过渡时期目标排放率^[7]。

烹饪炉子类型是影响污染燃料暴露水平的重要因素^[11]。传统的开放式炉火和开放式炉具热能转化率低,燃料不完全燃烧产生大量烟雾排放到室内。本调查发现:在使用污染燃料烹饪的家庭中,有超过半数主要使用开放式炉火和开放式炉具,乡村地区明显高于城镇地区。多项研究表明,采用加装排烟通风装置(烟囱)的新型炉灶,能有效降低PM_{2.5}和CO浓度及个体暴露水平^[11-13]。因此,在一些无法立即、完全向清洁燃料和技术过渡的地区,应鼓励家庭安装更洁净的燃烧装置,采用封闭式、低排放、可通风的新型炉灶代替低效、高污染的明火、开放式炉灶。同时要确保这些产品在市场上可获得,价格合理,不超出贫困家庭承受能力或给予相应补贴,以尽快减少这些家庭的健康危害。

排风排烟装置可降低室内空气污染,减少COPD患病风险^[14-15]。本调查发现,使用污染燃料烹饪的家庭中,有超过四分之一炉子没有排风排烟装置;有排风排烟装置的家庭中,超过十分之一不经常使用;使用污染燃料取暖的家庭中,超过五分之一取暖设备没有烟囱。上述情况反映出很多居民对室内空气污染危害认识不足,欠缺自我保护意识。这一结果提示我们应加强健康教育,提升公众认知,提高居民主动防护能力。

本研究存在一定局限性。家庭燃料问题有较少调查对象回答“不确定”或数据缺失,估计结果受到一定影响;通过询问的调查方法间接判断家庭室内空气污染,缺少客观检测数据支持;由于抽样方法所限,七大地理区域数据不能充分代表各区域实际暴露水平,但仍可反映地区分布不均的趋势。

综上所述,2014年中国居民家庭使用污染燃料较为普遍,城乡与地域使用率分布不均,传统落后的燃烧技术仍被广泛使用,排风排烟装置普及率有待提高。政府应广泛、迅速地提高清洁能源可及性和使用可持续性,同时考虑各地区可获得、易获得的燃料类型特点,在某些地区采取“过渡政策”,选择一些高效率低污染物的过渡燃料,倡导安装更洁净的家庭燃烧装置;同时卫生部门应联合社会力量,加强居民主动防护(如改进炉灶、加强居室通风)以减少室内空气污染的健康教育,提高公众关注自身肺部健康,尽快减少家庭污染燃料燃烧对居民造成的健康危害,更加全方位、有效果地促进COPD防治工作。

志谢 感谢参加2014年中国COPD监测的31个省(自治区、直辖市)和125个监测县/区的各级卫生行政部门和疾病预防控制中心的大力支持以及在调查中所付出的努力;感谢所有相关技术支持医院的领导、专家、专业人员在监测工作中提供的支持和帮助

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] WHO. Burning opportunity: clean household energy for health, sustainable development, and wellbeing of women and children [M]. Geneva: WHO, 2016: 16-44.
- [2] WHO. Deaths from household air pollution, 2012. Geneva: WHO, 2014 [DB/OL]. (2014-07-17) [2017-11-20]. <http://apps.who.int/gho/data/node.main.140?lang=en>.
- [3] 安晶,包鹤龄,方利文. 生物燃料烟雾暴露与中国居民慢性阻塞性肺疾病关系 meta 分析[J]. 中国公共卫生, 2016, 32(7): 999-1004. DOI: 10.11847/zgggws2016-32-07-33. An J, Bao HL, Fang LW. Relationship between biomass smoke exposure and chronic obstructive pulmonary disease among residents in China: a meta-analysis [J]. Chin J Public Health, 2016, 32(7): 999-1004. DOI: 10.11847/zgggws2016-32-07-33.
- [4] 方利文,包鹤龄,王宝华,等. 中国居民慢性阻塞性肺疾病监测内容与 方法概述[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(5): 546-550. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.05.002. Fang LW, Bao HL, Wang BH, et al. A summary of item and method of national chronic obstructive pulmonary disease surveillance in China [J]. Chin J Epidemiol, 2018, 39(5): 546-550. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.05.002.
- [5] Mukkannawar S, Sambhudas S, Juvekar S, et al. Indoor PM_{2.5} levels in homes using different types of cooking fuels in a rural Indian population and its association with COPD [R]. 183s: Abstract No: P1033. Amsterdam: European Respiratory Society, 2011.
- [6] Sood A. Indoor fuel exposure and the lung in both developing and developed countries: an update [J]. Clin Chest Med, 2012, 33(4): 649-665. DOI: 10.1016/j.ccm.2012.08.003.
- [7] WHO. WHO indoor air quality guidelines: household fuel combustion [M]. Geneva: WHO, 2014: 10-14.
- [8] International Agency for Research on Cancer, WHO. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans: agents classified by the IARC monographs, volumes 1-120 [DB/OL]. (2017-12-07). http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php, 2017.
- [9] Bates MN, Bruce N. Indoor air quality guidelines: household fuel combustion-review 9: summary of systematic review of household kerosene use [DB/OL]. Geneva: WHO. (2017-12-11). <http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/evidence/en/>.
- [10] WHO. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants [M]. Geneva: WHO, 2010: 16-33.
- [11] Puzzolo E, Rehfuess E, Stanistreet D, et al. Indoor air quality guidelines: household fuel combustion-Review 7: factors influencing the adoption and sustained use of improved cookstoves and clean household energy [DB/OL]. Geneva: WHO. (2017-12-11). <http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/evidence/en/>.
- [12] Smith KR, McCracken JP, Weber MW, et al. Effect of reduction in household air pollution on childhood pneumonia in Guatemala (RESPIRE): a randomised controlled trial [J]. Lancet, 2011, 378(9804): 1717-1726. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60921-5.
- [13] Rehfuess E, Pope D, Bruce N, et al. Indoor air quality guidelines: household fuel combustion-Review 6: impacts of interventions on household air pollution concentrations and personal exposure [DB/OL]. Geneva: WHO. (2017-12-11). <http://www.who.int/indoorair/guidelines/hhfc/evidence/en/>.
- [14] Zhong NS, Wang C, Yao WZ, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in China: a large, population-based survey [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 176(8): 753-760. DOI: 10.1164/rccm.200612-1749OC.
- [15] Liu SM, Zhou YM, Wang XP, et al. Biomass fuels are the probable risk factor for chronic obstructive pulmonary disease in rural South China [J]. Thorax, 2007, 62(10): 889-897. DOI: 10.1136/thx.2006.061457.

(收稿日期:2017-12-16)

(本文编辑:李银鸽)