户用生物质采暖炉具污染物排放基准氧含量取值的探讨与建议

单明[1]，邢永杰[2]，邓梦思[1]，刘彦青[1]，李定凯[1]，杨旭东[1]

（1.清华大学建筑学院，北京100084；2.北京市科学技术委员会，北京100744）

摘要：推广生物质成型燃料高效清洁利用是实施乡村振兴战略、促进北方农村清洁取暖工作的重要举措，而是否具备针对户用生物质采暖炉具的适用性标准是决定该技术能否良性发展的关键。笔者分析了目前民用生物质炉具的排放标准现状，并以常见的3种生物质颗粒和2种煤为例，基于工业分析结果，对两者完全燃烧所需理论空气量和理论烟气排放量进行计算分析，发现生物质燃料自身较高的含氧量导致其完全燃烧所需空气量和理论烟气排放量明显低于燃煤，由此指出了户用生物质炉具排放标准直接参照燃煤炉基准氧含量的不合理性。综合目前国内生物质成型燃料炉具技术水准和国外相关排放标准，建议我国户用生物质炉具合理的污染物排放浓度折算氧含量（质量分数）标准由原来的9%改为13%～15%。

近年来，中国北方部分地区频繁出现重污染天气，已严重影响人们的正常生活和身心健康，北方地区冬季清洁取暖已成为改善区域大气质量的重要措施。根据国家十部委发布的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021年）》[1]，虽然北方农村建筑取暖面积（65亿㎡）只占城乡建筑取暖总面积的约1/3，但是农村地区取暖用散煤（约2亿t标准煤）却占到北方地区取暖用煤总量的近一半。农村取暖散煤燃烧模式能效低，污染物排放贡献大，给节能减排和打赢蓝天保卫战等带来巨大挑战，必须用清洁取暖技术予以替代。

2017—2019年国家财政部、生态环境部、住房和城乡建设部、国家能源局连续下发《关于开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作的通知》《关于扩大中央财政支持北方地区冬季清洁取暖城市试点的通知》《财政部关于下达2019年度大气污染防治资金预算的通知》等多项政策文件[2-4]，分3批共确定43个城市作为北方清洁取暖试点城市，清洁取暖工作已在北方地区全面铺开。但由于天然气相对短缺、供气管网缺失、农村电网薄弱以及气价和电价较高等因素的限制，在北方农村地区全面推行“煤改气”“煤改电”的可行性不高，因地制宜地利用可再生能源技术应成为农村冬季清洁取暖的主要选择。2018年7月《关于扩大中央财政支持北方地区冬季清洁取暖城市试点的通知》[3]指出，在符合清洁利用标准的基础上，立足本地资源禀赋、经济实力、基础设施、居民消费能力等条件，统筹利用天然气、电、地热、生物质、太阳能、工业余热等各类清洁化能源，宜电则电、宜气则气、宜油则油、宜热则热，“以气定改，先立后破”，多措并举推进北方地区冬季清洁取暖工作。

在可再生能源技术中，生物质成型燃料及其专用采暖炉具有明显优势。农村拥有农作物秸秆和农产品加工剩余物等大量资源，清洁高效的能源化利用是处理该类资源的主要方向。相关生产加工和专用炉具的设计制造技术等已成熟，符合农村资源特点和农民使用习惯的资源循环利用方式有利于解决原有的秸秆露天焚烧问题，综合环境效益好且供热成本较低。总之，加快推动北方农村生物质成型燃料冬季取暖，已成为北方地区各级政府、农村居民和农村能源工作者的共识，而是否具备针对户用生物质采暖炉具的适用性标准是决定该技术能否良性发展的关键。

1我国户用生物质采暖炉具标准现状

多地区的地方政府经过近几年“煤改气”“煤改电”的实施经历，已意识到生物质成型燃料对农村冬季清洁取暖的重要性，并积极探索，开展了相关的试验示范。在实施过程中，炉具的性能要求，特别是大气污染物排放浓度达到现行国家和行业标准是硬性规定。然而目前还没有户用生物质成型燃料采暖炉具的国家标准，只有国家能源局于2011年发布并实施的能源行业标准NB/T
34006—2011《民用生物质固体成型燃料采暖炉具通用技术条件》[5]和2012年发布并实施的能源行业标准NB/T 34007—2012《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》[6]。上述2个标准中的大气污染物排放浓度限值相同。烟尘、二氧化硫和氮氧化物的排放限值分别为50、30和150mg · m^{-3}，一氧化碳排放限值为0.2%，林格曼烟气黑度不高于1级。

该排放限值与2014年修订发布并实施的GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》[7]相比，烟尘、二氧化硫和氮氧化物的排放限值十分严苛。表1～2分别为GB
13271—2014中新建或在用锅炉的大气污染物排放浓度限值、重点地区大气污染物特别排放限值。

表 1　新建与在用锅炉的大气污染物排放限值

Table 1　Limit values of emission of air pollutants from new/in-service boiler

锅炉类型	ρ(颗粒物)/(mg·m⁻³)		ρ(二氧化硫)/(mg·m⁻³)		ρ(氮氧化物)/(mg·m⁻³)		w(汞及其化合物)/%	林格曼烟气黑度
	新建	在用	新建	在用	新建	在用		
燃煤	50	80	300	400/550[1)]	300	400	0.05	≤1 级
燃油	30	60	200	300	250	400		≤1 级
燃气	20	30	50	100	150	400		≤1 级

限值来源为 GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》。1）广西壮族自治区、重庆市、四川省和贵州省燃煤锅炉的二氧化硫排放执行 550 mg·m⁻³的标准限值。生物质固体成型燃料锅炉执行燃煤锅炉排放标准限值。

表 2　重点区域大气污染物特别排放限值

Table 2　Limit values for emission of air pollutants in key regions

锅炉类型	ρ/(mg·m⁻³)			w(汞及其化合物)/%	林格曼烟气黑度
	颗粒物	二氧化硫	氮氧化物		
燃煤	30	200	200	0.05	≤1 级
燃油	30	100	200		≤1 级
燃气	20	50	150		≤1 级

限值来源为 GB 13271—2014《锅炉大气污染物排放标准》。生物质固体成型燃料锅炉执行燃煤锅炉排放标准限值。

由表1～2可知，对比新建锅炉和在用锅炉的标准限值，除汞、化合物与林格曼烟气黑度外，新建锅炉的其他标准限值都有大幅度降低，降至原来的3/8～3/4；与一般地区相比，重点地区限值又降低了0～1/2。

以氮氧化物为例，燃煤、燃油以及燃气锅炉的标准限值降低幅度存在明显差异，新建燃煤、燃气锅炉的限值为在用锅炉的3/4与3/8。重点区域燃气限值无变化，而燃煤锅炉的标准限值明显下降。标准制定显然是充分考虑了燃煤与燃气锅炉的燃料特性以及技术提升的空间。以燃气锅炉为例，不同污染物限值的变化存在明显差别，故不同污染物的具体排放限值应科学分析，区别对待。

2现有标准适宜性分析

大量实际测量数据表明，户用生物质固体成型燃料采暖炉具排放的二氧化硫浓度一般低于GB 13271—2014中重点地区燃气锅炉的特别排放限值50mg·m^{-3}，更远低于燃煤锅炉的特别排放限值200mg·m^{-3}；汞及其化合物的排放量远低于燃煤锅炉的特别排放限值0.05%，与天然气锅炉的排放水平相当，可忽略不计；烟气黑度基本不大于林格曼烟气黑度1级。

实测结果还表明，户用生物质固体成型燃料采暖炉具排放的主要问题在于氮氧化物的浓度较高。如燃用玉米秸秆成型燃料，现有高技术水准炉具的氮氧化物排放浓度一般都超过GB 13271—2014对燃煤锅炉重点区域的排放要求（200mg·m^{-3}），达不到前述2个炉具通用技术条件（即标准）要求的排放限值和GB 13271—2014对天然气锅炉要求的特别排放限值（150mg·m^{-3}）。而北方冬季取暖重点控制大气污染物排放的“2+26”通道及汾渭平原等城市，都要求农村民用生物质成型燃料炉具的氮氧化物排放浓度不超过150mg·m^{-3}。对于大型生物质成型燃料锅炉，除控制燃烧侧的污染排放外，还可在烟气侧增加后处理措施，因此易满足国标GB

13271—2014中对燃煤锅炉的特别排放要求。

农村户用小型炉具的使用场景要求其具备炉体结构简单、成本低廉以及操作便捷等特征，综合多因素后的产品在污染物排放控制性能上较大型炉具有所降低。目前按照比国家标准更高的排放标准来要求户用生物质成型燃料采暖炉具，对从事其研发和制造的高校、研究院所和生产企业造成了一定困扰，不利于该行业的健康有序发展。

标准制定的目的是规范行业市场，引领技术创新，且应根据不同发展阶段的现实需求来引导市场良性发展，NB/T 34006—2011《民用生物质固体成型燃料采暖炉具通用技术条件》和NB/T 34007—2012《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》2个标准分别于2011和2012年根据当时的技术发展水平制定，对于现阶段来说，当时的规定是否契合生物质燃料特性与现有技术水平，是否与实际状况相符，如何能在执行中起到应有作用等问题，逐渐引发社会各界的思考。例如，标准并未直接规定大气污染物排放限值对应排烟中的基准氧含量，但标准起草、发布部门和各级环保部门等标准执行者皆默认采用工业锅炉大气污染物排放标准中的规定：对燃煤锅炉，基准氧（O2）含量（质量分数，下同）为9%（折算过量空气系数为1.75，约1.8）；对燃油、燃气锅炉，基准氧含量是3.5%（折算过量空气系数为1.2）。故户用生物质成型燃料采暖炉具按照9%的基准氧含量，即过量空气系数约为1.8进行折算。由于受生物质燃料与燃油、燃煤等差异性较大的影响，其能量释放过程和原理亦不同，标准操作过程中采用相同的基准含氧量明显放大了生物质氮氧化物排放的严重性。

如上所述，2个生物质固体成型燃料民用炉具标准所规定的大气污染物排放指标不能满足现阶段的技术发展需求，主要存在几点不足：

（1）需考虑生物质燃料的多样性。农作物秸秆自身的组分特点导致其氮含量较高，所以对生物质燃料燃烧时挥发分氮的重视不足。

（2）需考虑生物质燃料高含氧量特性。生物质燃料中含有1/3甚至更多的氧元素，极大地影响了燃烧时所需空气量和烟气排放量，导致其所需空气量和烟气量低于其他燃料，总排放量并不会很高。

（3）需考虑户用小型炉具的特殊性。民用生物质成型燃料炉具的结构、组件配置、使用操作方式都要求简单实用，如其无法具备大型燃煤工业锅炉的精准控制进风量等条件，因此直接套用燃煤工业锅炉9%的基准氧含量是极其不合理的。

（4）关注烟气直观浓度的同时，宜综合考虑总排放量。生物质成型燃料炉具燃烧效率和热效率都比对应的民用燃煤采暖炉具高很多，在获得相同的有效采暖热量时，生物质成型燃料的消耗量、烟气产生总量、污染物排放总量比民用燃煤炉具低。因此，仅考虑烟气中的污染物瞬时浓度，而缺乏对整个采暖季的污染物排放总量的考虑是不合理的。

基于上述几点，有必要对2个民用炉具行业标准进行适当探讨，给出更科学的建议，适应客观现实需要，推进符合标准的生物质固体成型燃料民用采暖炉具的推广应用，进而加快北方清洁化用能改造的步伐，助推中国农村能源革命与低碳之路进程。

3数据计算与分析

为了进一步阐明2个技术条件中污染物排放限值需要修订的原因，笔者对山东、北京等清洁取暖市场或农户常见的3种生物质颗粒（玉米秸秆、花生壳和木质颗粒）和2种煤（陕西无烟煤和安徽淮南Ⅲ类烟煤）的燃料组分、燃烧空气量和烟气量，以及它们在层燃炉中燃烧时的NO_x
排放浓度进行简单的计算和分析。其中，工业分析采用德国Eltra公司生产的型号为Thermostep的热重分析仪，元素分析采用意大利Eurovector公司生产的型号为EA3000的元素分析仪（碳、氢、氮、氧元素）和长沙开元仪器有限公司生产的型号为5E-AS3200B的测硫仪（硫元素）。每种燃料取3份样品，于清华大学热能系热能工程实验室进行检测。这3种生物质颗粒和2种煤的工业分析和元素分析结果见表3。

表 3　3 种生物质颗粒和 2 种煤的工业分析与元素分析结果

Table 3　Industry analysis and elemental analysis of different pellets and coals

燃料	V_{ar}/%	F_{ar}/%	A_{ar}/%	M_{ar}/%	C_{ar}/%	H_{ar}/%	O_{ar}/%	N_{ar}/%	S_{ar}/%	Q_{net}/(MJ·kg^{-1})
玉米秸秆颗粒	70.63	14.51	8.37	6.49	39.58	5.07	38.85	0.75	0.12	15.53
花生壳颗粒	61.61	17.96	11.31	9.12	39.08	5.21	34.46	0.67	0.17	15.11
木质颗粒	76.52	16.67	0.65	6.16	46.30	6.06	40.77	0.00	0.05	17.68
无烟煤	4.00	87.38	2.42	6.20	77.31	4.44	14.21	1.11	0.31	28.52
烟煤	26.85	42.93	21.37	8.85	57.42	3.81	7.16	0.93	0.46	24.35

V_{ar}、F_{ar}、A_{ar}、M_{ar}分别为挥发分、固定碳、灰分、水分的质量分数；C_{ar}、H_{ar}、O_{ar}、N_{ar}、S_{ar}分别为碳、氢、氧、氮、硫元素的质量分数；Q_{net}为低位热值。

由表3可知，秸秆颗粒氧含量是煤的5.4倍，2种燃料的氮含量接近。氧含量的显著差别直接影响燃烧时的空气供应量及燃烧后的烟气排放量，从而影响污染物排放浓度。因此，有必要对空气供应量、烟气排放量以及排放浓度之间的关联性进行理论分析。燃料完全燃烧的理论空气量（采用空干基工业分析法）计算公式[8]42-46为

$$V^0 = 0.088\ 9(C_{ar} + 0.375\ S_{ar}) + 0.265\ H_{ar} - 0.033\ 3\ O_{ar}。\quad (1)$$

式(1)中，V^0为燃料完全燃烧的理论空气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；C_{ar}为燃料中碳含量，%；S_{ar}为燃料中硫含量，%；H_{ar}为燃料中氢含量，%；O_{ar}为燃料中氧含量，%。

燃料完全燃烧产生的理论烟气量（过量空气系数 $\alpha=1$）计算公式[8]42-46为

$$V_y^0 = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0,\quad (2)$$

$$V_{RO_2} = 1.866\ \frac{C_{ar} + 0.375\ S_{ar}}{100},\quad (3)$$

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + 0.008N_{ar}, \quad (4)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0.111H_{ar} + 0.0124M_{ar} + 0.0161V^0。 \quad (5)$$

式(2)~(5)中，V_y^0为燃料完全燃烧产生的理论烟气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；V_{RO_2}为烟气中的理论氧化物气体量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；$V_{N_2}^0$为烟气中氮气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；$V_{H_2O}^0$为烟气中水蒸气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；N_{ar}为燃料中氮元素含量，%；M_{ar}为燃料中水含量，%。

当折算过量空气系数$\alpha>1$时，实际空气量V的计算公式[8] 42-46为

$$V = \alpha V^0。 \quad (6)$$

实际烟气量V^y的计算公式[8] 42-46为

$$V^y = V_y^0 + 1.0161(\alpha - 1)V^0。 \quad (7)$$

按照上述公式计算几种燃料完全燃烧需要的理论空气量和理论烟气量，并计算α=1.8（烟气基准氧含量为9%）条件下的实际空气量和实际烟气量，计算结果见表4。

表4 3种生物质颗粒和2种煤完全燃烧需要的理论空气量和理论烟气量

Table 4 Theoretical air volume and flue gas volume of different pellets and coals for complete combustion $Nm^3 \cdot kg^{-1}$

燃料	V^0	V_{RO_2}	$V_{N_2}^0$	$V_{H_2O}^0$	V_y^0	$V^{1)}$	$V^{y1)}$
玉米秸秆颗粒	3.573	0.739	2.829	0.701	4.269	6.431	7.173
花生壳颗粒	3.712	0.730	2.938	0.748	4.416	6.682	7.949
木质颗粒	4.366	0.864	3.449	0.817	5.131	7.859	9.235
无烟煤	7.587	0.706	5.994	0.786	7.486	13.656	13.476
烟煤	5.891	1.075	4.661	0.627	6.363	10.604	11.152

V^0、V_{RO_2}、$V_{N_2}^0$、$V_{H_2O}^0$、V_y^0、V、V^y分别为燃料完全燃烧的理论空气量、烟气中的理论氧化物气体量、烟气中氮气量、烟气中水蒸气量、燃料完全燃烧产生的理论烟气量、实际空气量、实际烟气量。1)过量空气系数$\alpha = 1.8$时的计算值。

由表4可知，生物质颗粒的含氧量高于煤。以玉米秸秆颗粒与无烟煤为例对比分析，前者完全燃烧所需理论空气量与理论烟气排放量比后者分别减少53%和43%，折算到目前排放标准所规定的基准氧含量9%时（α=1.8），玉米秸秆颗粒的烟气排放量较无烟煤减少47%。

对于民用炉具和工业锅炉，仅以NO_x为例分析其燃烧生物质与煤2

种类型燃料时的大气污染物排放差别。固体燃料燃烧时NO_x的生成过程十分复杂，难以准确定量描述和计算燃烧产物中NO_x的浓度，故从定性角度开展分析。民用炉具和工业锅炉皆为层燃方式，层燃炉燃烧的共同点是其燃烧温度低于1400℃（生物质成型燃料燃烧时温度不超过1100℃），只有当温度达到1400℃时，热力型NO_x的生成才出现强烈反应；此外，生物质燃料挥发分中碳氢类组分少，缺乏快速型NO_x的生成条件。综上所述，可得到以下结论：无论工业锅炉或民用炉具，从其相似的NO_x生成规律可知，层燃炉燃烧时热力型和快速型NO_x的生成量可以忽略，故烟气中NO_x主要由燃料中的氮元素生成。

民用炉具和工业锅炉运行时NO_x的产生量可以按照原国家环境保护总局发布的环发[2003]64号文中的方法估算，具体计算公式[9]为

$$G_{NO_x} = 1.63B(\beta N + 0.000\,938) \quad (8)$$

式(8)中，G_{NO_x}为氮氧化物排放量，kg；B为燃料总消耗量，kg；β为燃料中氮生成NO_x的转化率，层燃炉取值0.5；N为燃料含氮量，$kg \cdot kg^{-1}$。

利用上式计算秸秆颗粒燃料和煤燃烧时的NO_x排放量，再除以烟气量，得到NO_x排放浓度估算结果（表5）。

表5　3种生物质颗粒和2种煤燃烧时的NO_x排放浓度

Table 5　NO_x emission concentrations of different pellets and coals combustion

燃料	g_{NO_x}/($mg \cdot kg^{-1}$)	C_{NO_x}/($mg \cdot m^{-3}$)	
		$\alpha=1$	$\alpha=1.8$
玉米秸秆颗粒	7 641	1 790	1 065
花生壳颗粒	7 022	1 051	883
木质颗粒	1 529	195	166
无烟煤	10 575	774	785
烟煤	9 108	1 431	817

g_{NO_x}为单位燃料氮氧化物排放量；C_{NO_x}为氮氧化物排放质量浓度；α为过量空气系数。

由表5可知，木质颗粒由于生物质原料本身的含氮量几乎可以忽略，故氮氧化物排放量较低，其他2种生物质颗粒排

放量较为接近。以玉
米秸秆颗粒和烟煤为例，假设玉米秸秆颗
粒燃料层燃炉和烟煤层燃炉的NO_x
转化率相同（实际上可能不同，目前缺少这方面的详细研究数据），而且2种燃料的氮含量接近，在同样的基准氧浓度下，玉米秸秆颗粒烟气中的NO_x
排放浓度明显高于燃煤炉，这是由于生物质原料的氧含量远大于烟煤所致，进而使生物质燃料完全燃烧所需理论空气量、理论烟气排放量以及在相同基准氧浓度下的烟气量皆明显小于煤完全燃烧。

因此
，在燃料含氮
量接近时，层燃炉燃烧生物
质成型燃料和煤仅在1kg燃料产生相同体积烟气时对它
们的NO_x
排放浓度进行直接比较才是合理的。故生物质污染物排放浓度标准应采用不同于燃煤炉的折算氧浓度，以NB/T 34006—2011和NB/T 34007—2012这2个标准为例，生物质烟气量与煤排烟量相等，即

$$V_b^y = V_c^y , \tag{9}$$

$$V_{y,b}^0 + 1.016\,1(\alpha_b - 1)\,V_b^0 = V_{y,c}^0 + 1.016\,1(\alpha_c - 1)\,V_c^0 , \tag{10}$$

$$\alpha_b = 1 + \frac{V_{y,c}^0 - V_{y,b}^0}{1.016\,1V_b^0} + \frac{V_c^0}{V_b^0}(\alpha_c - 1) 。 \tag{11}$$

式(9)～(11)中，V_b^y、$V_{y,b}^0$、V_b^0分别为生物质完全燃烧所产生的实际烟气量、理论烟气量、所需理论空气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$；α_b和α_c为过量空气系数；V_c^y、$V_{y,c}^0$、V_c^0分别为煤完全燃烧所产生的实际烟气量、理论烟气量、所需理论空气量，$Nm^3 \cdot kg^{-1}$。

以表5为例，当αb=2.9时，1kg玉米秸秆颗粒燃料和αc=1.8（基准氧含量9%）时1kg烟煤产生的烟气量相同，即折算过量空气系数为2.9左右较为合理，此时对应的基准氧含量约为13.8%，考虑到不同材料生物质燃料的氧含量跨度较大（约35%～45%），因此基准氧含量建议取值为13%～15%。

以环保标准异常严格的欧洲为例，由于当地具有丰富的森林资源，长期以来有鼓励将生物质颗粒燃料用作冬季取暖的传统，
表6给出了其中部分
国家的污染物排放限值情况。由表6可
知，很多国家、地区的标准并没有对NO_x
进行限定，只有德国将其限定成与中国目前标准相
同的150$mg \cdot m^{-3}$
，但其基准氧含量为10%或13%，比中国的炉具排放标准要求低。因此，在技术、经济可达的范围内，合理控制生物

质炉具的污染排放是必要的，但贸然给生物质燃料打上“高污染”标签，或者通过难以实现的环保要求变相限制其使用，不仅不利于生物质能源化的健康发展，还可能促进真正高污染的燃料使用（如散煤燃烧），对环境污染造成更大的影响。

同时值得注意的是，欧洲国家生物质能源以木质高品质原料为主，相关污染物排放比秸秆原料要低，我国是农业大国，参考国外标准的同时应注意我国生物质原料是以秸秆型为主的事实。另外民用散煤排放的污染物中Pm².5和SO2对大气环境影响较大，不完全燃烧产物如
CO和多环芳烃等也需格外注意，而NO_x
等影响很小。国外的相关标准中对此也有所体现，多数标准对CO以及未燃烧的碳氢化合物（OGC）做了明确限定，却没有对NO_x做出明确的限定。笔者认为，NO_x
不宜作为民用炉具标准关注的核心污染物，对NO_x
排放标准不宜过严，更不能仅因NO_x一项未达到目前的严苛指标而影响户用生物质成型燃料采暖炉的推广使用。

表 6　欧洲部分国家和地区自动进料型生物质颗粒取暖炉排放限值 [6-11]

Table 6　Emission limit values for automatically fed pellet heating devices given by relevant eco-labels and turner made regulations of some countries and districts in Europe

国家或地区	功率范围/kW	运行功率	排放限值/(mg·m⁻³)		
			CO	NO_x	烟尘
瑞典	<50	平均负荷	2 000		颗粒炉具 100
北欧	<100	正常和小负荷	颗粒锅炉 1 000，颗粒炉具 1 250	—	颗粒锅炉正常负荷 70，颗粒炉具平均负荷 10（单项测试最大值 20）
德国（蓝天使环保认证）[1]	<15	正常负荷	颗粒锅炉 100，颗粒炉具 200	150	颗粒锅炉 30，颗粒炉具 35
		小负荷	颗粒锅炉 300，颗粒炉具 400	—	数值单独规定
德国（2003 年）	15～50	正常负荷	颗粒锅炉 100，颗粒炉具 200	150	颗粒锅炉 30，颗粒炉具 35
		小负荷	颗粒锅炉 250，颗粒炉具 400	—	数值单独规定
欧盟（生态标签）	—	—	—	—	—
英国（2012 年）[1]	≤500	—	300	—	40

除特别标明外，表中排放限值的基础条件为干排烟基准氧（O_2）含量 10%，0 ℃，101.3 kPa。1）该限值按干烟气中基准氧含量为 13%计算。“—”表示无要求。

4结论与建议

（1）NB/T 34006—2011和NB/T 34007—2012这2个标准没有充分考虑生物质燃料的多样性，特别是对农作物秸秆中氮元素的含量重视不够，对生物质燃料燃烧时产生的
挥发性NO_x
估计不足。2个标准没有充分考虑生物质燃料中含有1/3甚至更多的氧元素，其对成型燃料燃烧时的空气量和烟气量影响很大，从而影响大气污染物的排放浓度。

（2）2个标准规定生物质成型燃料民用炉具的大气污染物折算基准氧含量与燃煤工业锅炉相同（9%，对应的折算过量空气系数α=1.8），存在一定的不合理性，故对生物质成型燃料民用炉具燃料氮的转化率需要进一步研究。用含氮量接近的一种玉米秸秆颗粒燃
料和一种烟煤为例，分析和估算层燃炉燃烧时的NO_x
排放浓度。结果表明，当颗粒燃料的折算过量空气系数约2.9（基准氧含量13.8%）时，燃烧1kg颗粒燃料的烟气量和燃烧1kg煤在折算过量空气系数为1.8（基准氧含量9%）时的烟气量相等。

（3）建议对NB/T 34006—2011和NB/T 34007—2012标准进行适当修订，将其中污染物折算浓度的基准氧含量9%（对应α=1.8）调整至13%～15%（对应α=2.6～3.5），以其平均值14%（对应α=3.0）为宜。这也是国内主流的民用生物质成型燃料炉具在实际运行中能达到的较好水平。从国家长远的节能减排战略和解决农作物秸秆野外焚烧等问题出发，进行修订也有助于切实推动以生物质成型燃料为主的秸秆资源化利用行业的规模化发展。

（4）鉴于我国生物质原料以
秸秆型为主，标准应充分考虑燃料的特性，不宜把NO_x
作为民用炉具标准关注的核心污染物，而忽视了生物质在低硫、碳中和等方面的清洁属性。

参考文献：

[1] 财政部.关于印发北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021年）的通知[EB/OL].（2017-12-27）[2019-04-20].http://www.nea.gov.cn/2017-12/27/c_136854721.htm.

[2] 财政部.关于开展中央财政支持北方地区冬季清洁取暖试点工作的通知[EB/OL].（2017-05-20）[2019-04-20].http://

www.gov.cn/xinwen/2017-05/20/content_5195490.htm.

[3] 财政部.关于扩大中央财政支持北方地区冬季清洁取暖城市试点的通知[EB/OL].(2018-04-27)[2019-04-20].http://jjs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/tongzhigonggao/201808/t20180827_2998451.html.

[4] 财政部.财政部关于下达2019年度大气污染防治资金预算的通知[EB/OL].(2019-06-13)[2020-01-08].http://www.mof.gov.cn/zhuantihuigu/cczqzyzfglbf/zxzyzf_7788/dqwrfzzj/201907/t20190701_3288324.html.

[5] NB/T 34006—2011,民用生物质固体成型燃料采暖炉具通用技术条件[S].

[6] NB/T 34007—2012,生物质炊事采暖炉具通用技术条件[S].

[7] GB 13271—2014,锅炉大气污染物排放标准[S].

[8] 吴味隆.锅炉及锅炉房设备[M].北京:中国建筑工业出版社,2004.

[9] 国家环境保护总局.关于排污费征收核定有关工作的通知[EB/OL].(2003-04-15)[2020-01-08].http://www.zhb.gov.cn/gkml/zj/wj/200910/t20091022_172179.htm.

[10] FIEDLER F. The State of the Art of Small-scale Pellet-based Heating Systems and Relevant Regulations in Sweden, Austria and Germany[J].Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2004, 8(3):201-221.

[11] SCPR 093, SPs Certifieringsregler för P-märkning av

Pelletskaminer [S] .

[12] SPCR 028, SPs Certifieringsregler för P-märkning av Pelletsbrennareoch Pelletspannor [S] .

[13] Nordic Ecolabelling. Ecolabelling of Solid Biofuel Boilers (Dominating Source of Heat), Version 1.2 [Z] . Stockholm, Sweden: [s. n.], 2001.

[14] Nordic Ecolabelling. Ecolabelling of Closed Fireplaces for Biofuel (Supplementary Heat Source), Version 1.1 [Z] . Stockholm, Sweden: [s. n.], 2003.

[15] RAL-UZ 112, Der Blaue Engel, Grundlage für Umweltzeichenvergabe, Holzpelletheizkessel [S] .

[16] RAL-UZ 111, Der Blaue Engel, Grundlage für Umweltzeichenvergabe, Holzpelletöfen [S] .

[17] BS EN 00303-5-2012, Heating boilers-Part 5: Heating Boilers for Solid Fuels, Manually and Automatically Stoked, Nominal Heat Output of up to 500 kW Terminology, Requirements, Testing and Marking [S] .

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/202056.html