《秸秆焚烧污染控制技术规范》

（征求意见稿）

编制说明

标准编制组

二〇二〇年八月

目 录

1 项目背景.....1
1.1 任务来源.....1
1.2 工作过程.....1
2 标准制定的必要性及意义.....3
2.1 标准制定的必要性.....3
2.2 标准制定的意义.....3
3 标准制定的总体思路、基本原则及技术路线.....5
3.1 总体思路.....5
3.2 基本原则.....5
3.3 技术路线.....5
4 我国农作物秸秆产生、综合利用及焚烧污染现状.....7
4.1 秸秆产生现状.....7
4.2 秸秆综合利用现状.....9
4.3 秸秆焚烧污染状况.....11
5 国内外相关标准研究.....12
5.1 国外相关标准.....12
5.2 国内相关标准.....16
6 标准主要技术内容.....20
6.1 标准适用范围.....20
6.2 标准结构框架.....20
6.3 术语和定义.....20
6.4 秸秆焚烧污染控制要求.....20
6.5 秸秆燃料收储运污染控制要求.....26
6.6 秸秆燃料化利用污染控制要求.....26
7 本标准与国内外相关标准比较.....27
8 实施本标准的环境效益及经济技术分析.....28
8.1 环境（减排）效益分析.....28
8.2 经济技术分析.....28

1 项目背景

1.1 任务来源

近年来，我国京津冀区域雾霾天气频发，其中秸秆焚烧排放的大气污染物仍是我国大气环境污染的主要贡献源之一。我国是农作物种植大国，秸秆是数量最多的农业生产副产品，其中稻草、小麦秸和玉米秸为三大农作物秸秆。目前，全国已经禁烧秸秆，但还有焚烧秸秆的现象出现，尤其夜间暗自焚烧时常发生，并不能达到全面禁烧的效果。所以，在特殊的情况下，现转变思路，指导人们进行合理有效的焚烧，减小污染物的排放因子，降低大气污染的危害性。

如今，国外已有对于生物质（包括秸秆）的焚烧规范指南，并得到有效实施，但国内尚属空白。在秸秆收储运技术以及燃料化利用污染控制技术规范方面，国内已有部分相关标准，且主要是秸秆燃料化利用工程的设计规范，目前既没有秸秆燃料化利用方面一个综合性污染控制技术规范，也没有秸秆收储运体系污染控制规范。为了完善我国现有相关标准的不足之处，现制定秸秆焚烧污染控制技术规范，该标准的实施一方面可缓解秸秆焚烧带来的大气污染，另一方面可解决秸秆燃料化非规范性利用过程中带来的环境污染问题，实现区域大气环境质量的有效改善，同时可为政府和相关管理部门提供理论及技术支持。

由北京林业大学与河北科技大学共同承担的“秸秆焚烧面源污染控制技术及标准研究（2016YFC0207907）”课题是国家重点研发计划“大气污染成因与控制技术研究”试点专项“典型面源排放标准评估和制修订的技术方法体系研究（2016YFC0207900）”项目的重要组成部分，基于课题研究，形成“秸秆焚烧污染控制技术规范”是课题任务之一。

根据《中华环保联合会关于<汽车维修行业大气污染防治可行技术指南>等十一项团体标准的立项公告》（中环联字〔2020〕43 号）有关要求，中华环保联合会委托河北科技大学、北京林业大学、河北省农机技术推广总站、吉林宏日新能源股份有限公司等组建专家组共同编制《秸秆焚烧污染控制技术规范》（以下简称《技术规范》）团体标准。

1.2 工作过程

该《技术规范》立项后，河北科技大学成立了标准编制组，并邀请北京林业大学、河北省农机技术推广总站和吉林宏日新能源股份有限公司合作，共同开展了标准的编制工作。依托承担单位的课题的前期研究成果，编制组对国内外秸秆焚烧、收储运以及燃料化利用污染控制标准及经验进行了深入的调研；对我国典型地区多家秸秆燃料化利用企业开展了现场调

研及监测，以了解秸秆燃料化利用和收储运环节技术流程、技术要点、大气污染物排放和控制技术现状水平等；并结合国家环境保护的具体要求进行了分析，理论与实际相结合，形成《技术规范》（征求意见稿）。

具体工作过程包括：

a）国内外相关资料调研：调研国外发达国家的秸秆焚烧污染控制相关法规及标准，对比我国国内秸秆焚烧污染控制现状及相关法规及标准，分析我国秸秆焚烧污染控制技术方面存在的问题。

b）企业走访调研和现场监测：在国内选择典型秸秆燃料化利用企业进行实地考察与监测，了解秸秆燃料化利用和收储运环节技术流程、技术要点、大气污染物排放和控制技术现状水平，确定重点研究范围，并确定主要污染物研究对象；获取秸秆燃料化利用大气污染物排放浓度、处理技术、成本效益等数据，进行排放水平评估，并核算大气污染物的减排潜力。

c）开展实验室和现场实验研究：在国内收集典型秸秆，在实验室进行秸秆组成成分分析和燃烧特性研究，并选择示范点开展秸秆焚烧现场实验研究，获取秸秆焚烧大气污染物排放特性参数，初步确定秸秆焚烧污染物排放因子以及监测指标等内容。

d）编写标准征求意见稿和编制说明：在国内外标准、污染控制技术资料调研、实验室研究、现场调研、监测的基础上，综合我国实际情况，并组织标准编制单位召开了多次研讨会，对《技术规范》框架及标准内容进行讨论，在此基础上形成了《技术规范》（征求意见稿）及其编制说明。

2 标准制定的必要性及意义

2.1 标准制定的必要性

a）防控大气污染，促进环境空气质量改善的迫切需要

我国是农作物种植大国，秸秆是数量最多的农业生产副产品，其中稻草、小麦秸和玉米秸为三大农作物秸秆。尽管我国已明文规定严禁露天焚烧秸秆，但在一些农作物主产区，季节性大面积露天焚烧秸秆的现象屡有发生，为了逃避监管，夜间焚烧秸秆的情况较白天尤为严重。无序的露天焚烧秸秆导致区域大气环境质量严重恶化。研究表明，露天焚烧秸秆会产生大量的污染物，其中包括当前雾霾天气的成因因素 $PM_{2.5}$，还包括 CO、VOC、SO_2、NO_2 以及 PAH_S 等有毒物质，在不利于空气扩散的情况下，这些有毒物质在大气中弥漫，造成大气的能见度降低，可吸入颗粒物污染指数急剧增加。因此，对秸秆焚烧进行合理规范及有效监管，加强秸秆收储运及资源综合利用过程中的污染控制，减少污染物排放，对改善区域环境空气质量是非常迫切的的需要。

b）完善环境标准体系，提升行业污染控制管理水平的现实要求

与国内严禁露天焚烧秸秆的法律规定相比，国外一些发达的国家（如美国、英国、加拿大）尚未全面禁止露天焚烧秸秆，且制定了一系列法律和法规，对生物质（含秸秆）焚烧进行规范和管理，在大气扩散条件允许的前提下，指导农户对一定数量或规模以下的符合条件的秸秆进行焚烧，不仅缓解了大量秸秆占用土地影响农户耕作的迫切需求，而且也避免了随意焚烧秸秆带来的大气环境污染问题。与此同时，也出台了一系列的生物质（含秸秆）资源综合利用方面的标准及规范，以此有计划有步骤地逐步解决农作物秸秆焚烧问题。

与发达国家相比，我国的科技水平和综合国力总体上还有一定差距，秸秆收储运体系不健全，秸秆综合利用技术水平有待提高，配套的标准、规范和法规尚不完善，因此，在一定时期内，制定一套切实可行的秸秆焚烧污染控制标准和规范，一方面可引导农民规范合理地焚烧少量秸秆，暂时缓解我国目前综合利用未完全消纳的剩余秸秆占用土地的现状压力，同时有效减少偷偷滥烧秸秆带来的大气污染问题，另一方面通过制定和规范秸秆收储运体系及秸秆燃料化利用过程中污染控制措施，进一步完善我国的环境标准体系，提升行业污染控制管理水平。

2.2 标准制定的意义

a）本规范的制定有利于减少秸秆焚烧带来的污染物排放，避免一系列环境问题的发生，促进区域环境空气质量的改善和提升。

b）污染控制技术规范作为环境技术支撑体系的重要内容之一，本规范的制定一方面可为各级环境保

护部门、规划和设计单位以及用户使用提供法规指导，另一方面可以为秸秆综合利用污染控制工程设计、工程验收以及运营管理等环节提供技术依据。

3 标准制定的总体思路、基本原则及技术路线

3.1 总体思路

a）加强对秸秆焚烧过程引起的大气污染排放控制，最大限度的减少秸秆焚烧、收储运、燃料化利用过程中污染物的排放。

b）通过新标准的制定与实施，引导部门和行业对农作物秸秆资源综合利用加强规范化管理和污染物防治，有效推行清洁生产。

3.2 基本原则

a）科学性与实用性原则

在确保污染控制技术规范编制的科学性与规范性的同时，增强为污染防治决策服务的针对性和可操作性。

b）与国家政策、法规和标准相符的原则

本标准符合《可再生能源法》、《环境保护法》、《大气污染防治法》和《清洁生产促进法》等相关政策、法规和标准的要求。污染控制技术要求与同期国家标准相当，或严于同期国家标准。

c）全过程控制和管理原则

本标准规定了工艺过程污染防治技术、大气污染防治技术、水污染防治技术、噪声污染防治技术、固体废物综合利用及处置技术及其达标可行技术。在工艺环节上覆盖秸秆燃料化利用从源头管控-过程控制-末端治理的全生产过程。标准技术选择时既考虑了生产过程技术装备，也考虑末端处理技术和废弃物的综合利用；既关注主要污染源的有组织排放，也规定了相应的管理措施加强对无组织排放管理。

d）保护环境和人体健康原则

有效防控环境风险，保护生态环境安全和人民群众身体健康。

3.3 技术路线

本标准编制的技术路线如图 1。

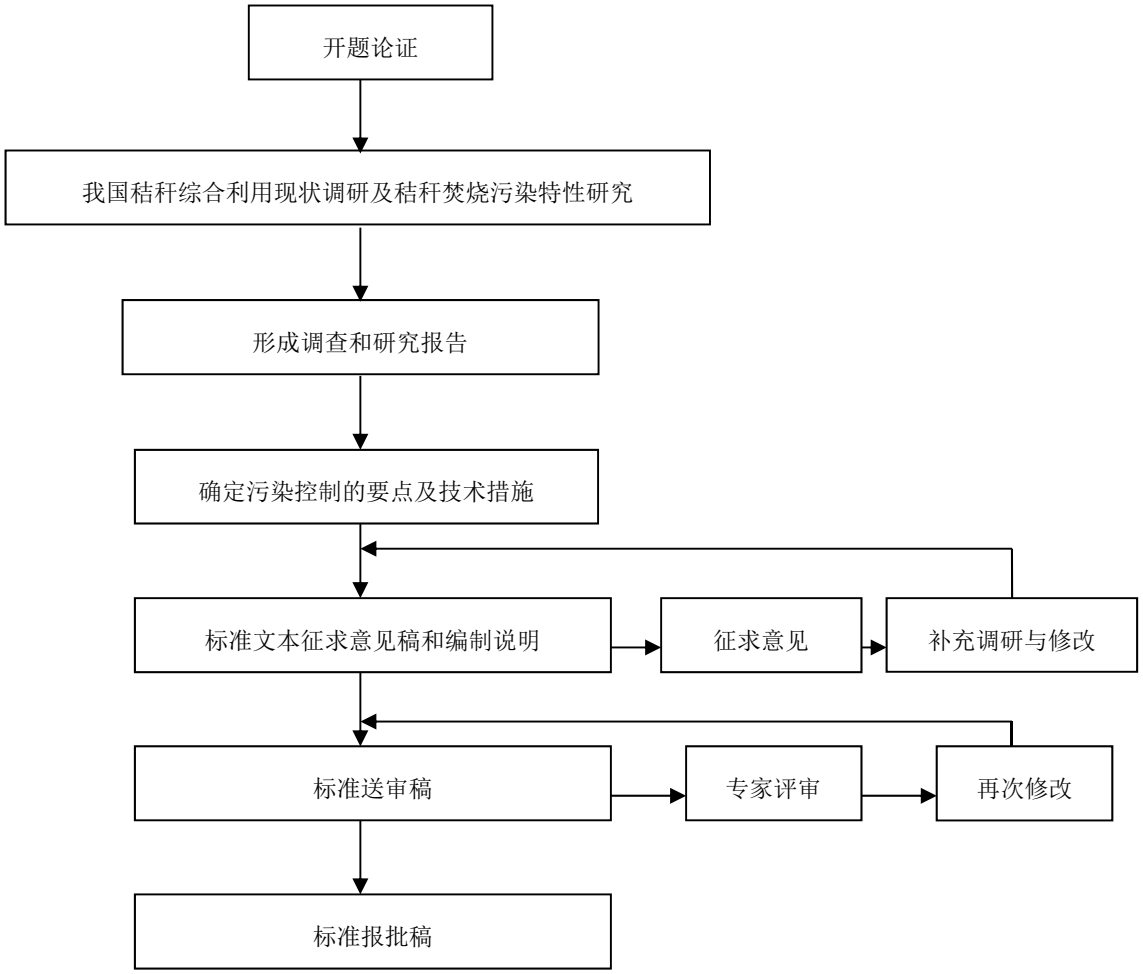
开题论证
我国秸秆综合利用现状调研及秸秆焚烧污染特性研究
形成调查和研究报告
确定污染控制的要点及技术措施
标准文本征求意见稿和编制说明
征求意见
补充调研与修改
标准送审稿
专家评审
再次修改
标准报批稿

图 1　技术路线

4 我国农作物秸秆产生、综合利用及焚烧污染现状

4.1 秸秆产生现状

不同地区农业组成和气候条件不同，导致其农业秸秆的组成和利用方式有很大差异，直接影响秸秆的利用方式以及燃烧的污染物含量。本研究采用文献调研、问卷调查、专家咨询的形式，并充分利用全国各地的农业统计年鉴，并重点关注秸秆焚烧较为集中的区域，收集农业秸秆的种类、产量、产生时间、秸秆利用方式、利用比例等基础数据，同时分析国内外秸秆综合利用的主要技术方法，初步评估我国秸秆综合利用的潜力。

根据环保部公布的《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南》（2015 年试行）中规定的草谷比、产生系数、活动水平因子方法，统计各典型区域秸秆的产生量，根据实地调研走访不同地区的秸秆焚烧系数，确定各典型区域的秸秆焚烧量，结合多元统计方法和估算模式，对全国范围内农业秸秆（玉米秸秆、小麦秸杆、水稻秸秆等）进行分类、分地区产生量，分级利用量的全面估算，建立农业秸秆的产量、分布、利用方式等基础资料库。

基于对卫星火点数的统计，筛选出火点较多且集中的九个省份，分别为黑龙江省、辽宁省、吉林省、内蒙古、河北省、山东省、河南省、安徽省、湖北省。通过中华人民共和国农业部官方网站，分别对以上九个省份 2011-2015 年年产量最多的六种农作物进行统计。统计结果如表 1 所示。

表 1 各省份主要农作物及其产量

省份	主要农作物	2011-2015 年 年均作物产量（万吨）	谷草比	2011-2015 年 年均秸秆产量（万吨）
黑龙江省	玉米	3133.54	1.269	3976.46
	稻谷	2180.92	1.323	2885.35
	大豆	456.03	1.500	684.05
	甜菜	178.09	1.500	267.14
	马铃薯	116.65	1.500	174.97
	小麦	56.22	1.718	96.59
吉林省	玉米	2646.54	1.269	3358.46
	稻谷	597.31	1.323	790.24

	高粱	74.96	1.500	112.43
	马铃薯	54.68	1.500	82.03
	花生	49.80	1.500	74.71
	大豆	46.28	1.500	69.42
辽宁省	玉米	1384.20	1.269	1756.55
	稻谷	487.80	1.323	645.36
	花生	90.24	1.500	135.35
	马铃薯	34.02	1.500	51.03
	高粱	30.82	1.500	46.23
	大豆	28.00	1.500	42.00
内蒙古	玉米	1984.62	1.269	2518.48
	甜菜	179.47	1.500	269.20
	马铃薯	177.74	1.500	266.61
	小麦	170.20	1.718	292.41
	向日葵	117.86	1.500	176.80
	大豆	109.91	1.500	164.87
河北省	玉米	1666.82	1.269	2115.20
	小麦	1373.19	1.718	2359.14
	花生	128.52	1.500	192.78
	甜菜	74.61	1.500	111.91
	稻谷	56.92	1.323	75.30
	马铃薯	56.85	1.500	85.27
山东省	小麦	2222.53	1.718	3818.31
	玉米	1995.99	1.269	2532.91
	花生	336.73	1.500	505.09
	马铃薯	186.35	1.500	279.53
	稻谷	101.41	1.323	134.17
	棉花	66.12	1.500	99.18
安徽省	稻谷	1399.35	1.323	1851.35

	小麦	1329.25	1.718	2283.65
	玉米	435.57	1.269	552.74
	油菜籽	128.24	1.500	192.36
	大豆	113.87	1.500	170.80
	花生	89.74	1.500	134.60
河南省	小麦	3271.35	1.718	5620.18
	玉米	1765.29	1.269	2240.15
	稻谷	502.59	1.323	664.93
	花生	462.36	1.500	693.55
	马铃薯	118.69	1.500	178.04
	油菜籽	87.48	1.500	131.21
湖北省	稻谷	1697.02	1.323	2245.15
	小麦	394.98	1.718	678.57
	玉米	291.22	1.269	369.56
	油菜籽	242.65	1.500	363.97
	马铃薯	72.12	1.500	108.19
	花生	69.63	1.500	104.45

由表 1 可知，黑龙江省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、稻谷、大豆；吉林省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、稻谷、高粱；辽宁省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、稻谷、花生；内蒙古秸秆产量较多的三种农作物为玉米、小麦、甜菜；河北和山东省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、小麦、花生；安徽省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、小麦、稻谷；河南秸秆产量较多的三种农作物为玉米、稻谷、小麦；湖北省秸秆产量较多的三种农作物为玉米、稻谷、小麦。

综合分析各省主要农作物秸秆产生量，从而筛选出小麦、玉米、稻谷作为本课题研究的主要农作物。

4.2 秸秆综合利用现状

据统计，2015 年全国主要农作物秸秆理论资源量为 10.4 亿吨，可收集资源量为 9.0 亿吨，利用量为 7.2 亿吨，秸秆综合利用率为 80.1%。从“五料化”利用途径看，秸秆肥料化利

用量为 3.9 亿吨，占可收集资源量的 43.2%；秸秆饲料化利用量 1.7 亿吨，占可收集资源量的 18.8%；秸秆基料化利用量 0.4 亿吨，占可收集资源量的 4.0%；秸秆燃料化利用量 1.0 亿吨，占可收集资源量的 11.4%；秸秆原料化利用量 0.2 亿吨，占可收集资源量的 2.7%。基本形成了农用为主，多元发展的秸秆科学处置和综合利用的格局，秸秆综合利用途径不断拓宽、科技水平明显提高、综合效益快速提升。

全国部分省份秸秆综合利用现状统计结果，如表 2 所示。从表 2 可以看出，各地由于区位特点和经济发展水平等不同，秸秆综合利用在“五料化”方式中的所占也有所不同。

表 2 全国部分省份秸秆综合利用技术现状

省份	产生量/万吨	利用量/万吨	综合利用率/%	肥料化/%	饲料化/%	能源化/%	基料化/%	原料化/%	数据来源
吉林	-	-	73.24	4.03	10.5	58.04	0.03	0.64	吉林省农作物秸秆综合利用研究
内蒙	3756.65	3128.26	80.25	25.13	29.17	25.38	0.30	0.27	内蒙古自治区“十三五”秸秆综合利用实施方案
河北	6692.0	5688.1	95.65	66.6	25.2	5.1	1.4	1.7	河北省“十三五”秸秆综合利用实施方案
山东	8637	7346	85	57.1	22.4	8.2	8.1	4.2	山东省加快推进秸秆综合利用实施方案（2016-2020 年）
陕西	1744	1452	80	68.97	8.62	11.55	2.59	8.27	陕西省“十三五”秸秆综合利用实施方案
江苏	-	1900	88	45.37	5.18	21.87	3.28	6.48	“十三五”江苏省秸秆综合利用策略与秸秆产业发展的思考
四川	4641.09	3629.46	81.3	43.94	16.76	14.40	4.10	2.11	四川省秸秆综合利用规划（2016-2020）
海南	534.99	427.84	54	36.85	8.5	0.2	0.5	-	海南省“十三五”秸秆综合利用实施方案

秸秆综合利用面临的形势及存在的问题主要体现在：一是扶持政策有待完善，在秸秆综合利用相应环节还缺少政策支持和资金投入，导致秸秆加工转化能力不强，农民和企业直接受益的不多，不利于形成完整的产业链；二是科技研发力度仍需加强，部分关键技术相对薄弱，专用设备不配套，秸秆利用投入高、产出低，一些综合利用技术还存在技术标准和规范不明确的问题。三是收储运体系不健全，目前秸秆收储运服务体系尚处于起步阶段，经纪人、

合作社等服务组织力量较弱，基础设施建设跟不上，加上茬口紧、时间短，致使离田利用能力差。四是龙头企业培育不足，秸秆综合利用可推广、可持续的秸秆利用商业模式较少，龙头企业数量缺乏，带动作用明显不足，综合利用产业化发展缓慢。

4.3 秸秆焚烧污染状况

秸秆焚烧是 CO_2、CO、CH_4、NOx、卤素化合物及气溶胶的主要来源，严重扰乱大气构成影响全球气候并可导致局部地区和区域尺度空气质量退化。在亚洲地区，秸秆露天焚烧是空气污染的重要原因。研究发现，在秸秆焚烧释放的气态污染物、颗粒态污染物和底灰中，还存在多环芳烃（PAHs）、多氯代二苯并-对-二噁英/多氯代二苯并呋喃（PCDD/Fs）等致癌、致畸、致突变特性的持久性有机污染物，这些不完全燃烧过程和非理想状态下的有毒燃烧产物引发了学者对秸秆焚烧期有害物质排放的广泛关注。

水稻、玉米和小麦的秸秆是露天焚烧最多的，其对污染物排放的贡献合计约为 90%。我国农村秸秆露天焚烧平均比例为 20.8%。彭立群等研究得到 2009 年全国 28 个省区（不包括西藏自治区、天津市、上海市、港澳台地区）秸秆露天焚烧的 $PM_{2.5}$、BC、OC、SO_2、NOx、CO、NMVOC、NH_3、CH_4 和 CO_2 排放量分别 138.1、6.4、41.1、8.7、41.8、594.6、94.4、8.0、44.2 和 14355.4 万吨。我国 2014 年三种农作物秸秆总产量 5.8 亿吨，露天焚烧量 1.3 亿吨，露天焚烧比例达到 22%。其中，河南省的露天焚烧量最高，其次是安徽省、湖南省、山东省、江苏省、黑龙江省。王俊芳研究得出 2014 年我国因三种农作物秸秆（小麦秸秆、水稻秸秆、玉米秸秆）燃烧排放的 $PM_{1.0}$、$PM_{2.5}$、PM_{10}、TSP 的总量分别为 194.90、353.56、400.47、448.47 万吨；CO_2、CO、NOx、SOx、CH_4 的总量分别为 13824.71、1092.12、31.06、3.91、65.06 万吨。其中，河南省排放量最高，其次是安徽省、山东省、黑龙江省、湖南省、江苏省。秸秆露天焚烧排放量最高的前三位分别为湖南省、河南省和安徽省，秸秆露天焚烧比例分别 43.1%、20.8%和 39.7%。总体来看，污染排放的高值区主要集中在华北和华中地区。

5 国内外相关标准研究

5.1 国外相关标准

5.1.1 国外秸秆焚烧方面相关法规及标准

a）美国相关法规及标准

美国加利福尼亚州于 1992 年 6 月 18 日通过《农业燃烧管理规定》以限制加州大气限域内的露天焚烧行为及其所造成的危害。该法规由加利福尼亚州空气资源委员会执行监督。法规共包含六章内容：（1）目的：该规定目的是允许，规范和协调应用露天焚烧，同时最大限度减少烟雾对公众造成的影响。（2）适用性：该规定适用于在圣华金谷空气限域进行的露天焚烧，但规则中涉及的规定焚烧和减灾焚烧除外。（3）术语与定义：对法规中出现的术语进行定义，包括农业焚烧、农业废弃物、露天焚烧、烟雾管理计划等 40 条内容。（4）特殊情况：规定了用于烹饪、篝火、宗教仪式等多种可在限定范围内进行的露天焚烧行为，并对其作出详尽解释。（5）管理规定：焚烧量：APCO 应根据预测的气象条件分配燃烧，以及焚烧总吨数所排放污染物总量是否将造成烟雾或造成公共危害、影响烟雾敏感区域或使污染物超过空气质量标准。除本规则规定的特殊情况外，任何人不得以处置石油废弃物；建筑拆除物或建筑碎屑；生活垃圾；垃圾或植被；轮胎；柏油；树木；木材；其他可燃或易燃固体、液体、气体废弃物；金属打捞物或汽车车身为由进行、授权或实施露天焚烧行为。禁止任何可能造成在加利福尼亚健康和安全条例第 41700 条中所规定的公众危害的焚烧。含水率：秸秆干燥时应呈均匀分布，并要求干燥程度达到裂纹试验标准。进行含水量测试时，为确保样本准确性，秸秆样本应取自每一样本空间的中下部，并在稻田的各区域均匀取样。保证每一样本空间里的秸秆样本能够真实地反映此区域的样本状况。除此之外，作物焚烧前必须进行干燥，干燥时间参考表 3，否则该农业废弃物不允许被焚烧。

表 3 美国加利福尼亚州《农业燃烧管理规定》秸秆干燥情况要求

作物类型	干燥时间
水稻秸秆（平铺）	3 天
水稻秸秆（堆垛）	10 天

焚烧时间：焚烧行为仅限白天；下午 5:00 之后禁止向已焚烧的火堆中添加其他农业废物；所有燃烧应在适用的消防管制限制范围内尽快点火；除非当地气象条件允许，否则田间

作物焚烧必须在 10:00 至 14:00 间进行。焚烧许可：规定中对于可焚烧和不可焚烧的田间作物作出明确规定，对于满足标准的区域，可以消除焚烧禁令并在允许条件下颁发燃烧任何农业废弃物的许可证。焚烧许可证必须在焚烧前按照规定向 APCO 递交燃烧计划的书面申请。条件燃烧许可证中需对燃烧的材料有详细描述，且申请人在过去 3 年没用违反燃烧规定以及 APAC 农业局规定的行为。该焚烧许可只能由治安官或公安消防官员批准。消防措施：焚烧现场必须按照当地消防机构的要求维持防火状态。

美国俄亥俄州露天焚烧相关管理规定内容包含于俄亥俄州行政法典之中，该法规由俄亥俄州大气污染控制署（DAPC）执行监督。法规共包含十三部分内容，秸秆焚烧相关内容如下：（1）术语与定义：对法规中出现的术语进行定义，包括农业废弃物、露天焚烧、生活垃圾、焚烧管制区域等 15 条内容。（2）监测方法：法规根据《国家环境空气质量标准》对于焚烧产生的大气污染物质建立监测方法。主要监测对象为颗粒物，根据燃烧条件和焚烧设备的差异给出了十类方法。（3）管理规定：焚烧地点：距相邻建筑物 1000 英尺以上。焚烧许可：需在焚烧进行前至少 10 个工作日向环保部门递交书面申请。气象条件：空气污染预警期间严禁任何形式的露天焚烧行为。焚烧量：农业废弃物（包括树叶、杂草、残枝和作物秸秆）单次焚烧量不得超过 100 立方米。具体规定见下表 4。

表 4 俄亥俄州露天焚烧管理规定

指标	具体规定
秸秆堆要求	秆堆中不能含有橡胶、沥青、油脂、动物尸体、建筑垃圾和生活垃圾等禁止焚烧的物质秸秆堆的不得超过 20 英尺（约 6.1 米）宽、10 英尺（约 3.05 米）高；
焚烧地点	必须和周边最近的餐馆、学校、住宅、商店等建筑保持至少 300 米的距离，远离林区，不能影响公路、铁路和航线的正常能见度；秸秆或其他农业废弃物不得带到别处焚烧。如果在城镇或村庄这种人口密集区焚烧，还要至少提前 10 天向俄亥俄州环保局递交书面申请；
焚烧时间	比如 3 月、4 月、5 月、10 月和 11 月，俄亥俄州野火风险较高，露天焚烧的日子就必须规避这些时段；大气条件必须有利于污染物的消散，如果不幸遭遇雨天、雾天或是大气逆温现象（气温随高度增加而上升的现象），也是禁止焚烧的；
违规者惩罚	违者缴以最高每天 1000 美元的罚款。对初犯者，地方环保局只是予以警告，还会指导农民努力把露天焚烧的风险和危害最小化；而屡教不改或拒缴罚款的，环保局可以起诉到司法部门强制执行。

美国爱荷华州露天焚烧相关管理规定内容位于爱荷华州行政法典第二十三章 《开放燃

烧管理规定及污染物排放标准》。该排放标准由爱荷华州空气资源管理署执行监督。标准中对爱荷华州可进行露天焚烧的物质作出了焚烧时的气象条件、焚烧量等方面的规定。包括危险废物、树木残枝、生活垃圾等 10 方面内容。但可被焚烧的物质名录中不包含农作物秸秆，故作物秸秆在爱荷华州被严禁焚烧。

b）英国相关法规及标准

针对秸秆焚烧造成的大气污染情况，英国威尔士地区于 1993 年 5 月 24 日颁布《农作物残余物质（燃烧）管理条例》。法规共包含六章内容：（1）适用范围：法规有效范围包含英格兰及威尔士地区。（2）术语与定义：包括公共道路、作物残渣、防火材料等 7 条内容。（3）旧法规的撤销：本法规用于代替 1991 年颁布的《农作物残余物质（燃烧）规例》（4）燃烧禁令：任何从事农业活动的人，除农业用地之外，不得燃烧规定之外的任何作物残渣，除非该燃烧行动用于教育或研究及秸秆堆垛或碎包的处理。（5）燃烧限制：对农作物残余物质的焚烧作出限定，包括焚烧时段、焚烧面积、焚烧地点、焚烧许可等内容。详见表 5。（6）罚款：违反第 4 条或第 5 条的行为，经简易程序定罪，罚款不超过 5000 英镑。

表 5 英国威尔士地区农作物残余物质燃烧限制

国家	地区	监督/执法机构	焚烧地点	焚烧面积	焚烧时段
英国	威尔士	英国农渔业及食品部和威尔士秘书署	距居民区 50 米以上；距公共道路 100 米以上	单次焚烧面积不得多于 20 公顷	工作日日间

c）加拿大相关法规及标准

加拿大也对秸秆焚烧的每个环节进行了立法管理。1993 年 加拿大马尼托巴省出台了《作物秸秆和牧草焚烧法规》，在此基础上，重点针对秸秆焚烧管理，在 2016 年加拿大又发布了《加拿大司法管辖区关于露天焚烧的指导文件》，其中详细规定了秸秆焚烧分区、焚烧授权、焚烧时间、焚烧安全预防和违法处罚五个方面，详见表 6。

表 6 加拿大秸秆焚烧详细规定

焚烧规定	具体内容
焚烧分区	红河区/东南区、西南区、西北区和西湖区
焚烧授权	填写许可证申请表，内容包括焚烧时间、地点以及消防预防措施
焚烧时间	11 月 16 日到次年的 7 月 31 日的白天允许焚烧，全年禁止夜间焚烧
焚烧安全预防	焚烧期间需要灭火人员，若焚烧烟雾影响居民区和道路，应立即停止焚烧

违规处罚	2000 加元（约合 10217.112 人民币），最高罚款 5 万加元

总体来看，美国、英国、加拿大实施的计划焚烧，其根本目的在于限制秸秆焚烧规模，将秸秆焚烧造成的污染状况控制在国家可接受的程度，并促使种植者逐步减少并最终放弃农作物秸秆焚烧。此类计划的实施，一方面可引导农民在政府调控下结合本地气候条件进行限量焚烧，另一方面积极寻找农业焚烧替代方法，试图用科学技术来减轻排放物对周围群众健康的损害。

5.1.2 国外秸秆综合利用方面相关法规及标准

国外与秸秆利用直接相关的法规主要有两大类：一是农业类法规，集中体现在秸秆还田培肥和秸秆覆盖保护性耕作等方面，但美国的农场法案对生物质能源发展政府投资扶持作出了具体规定。二是能源类法规，其中，与秸秆新型能源化利用直接相关且具有纲领性作用的法规是可再生能源法规，与秸秆新型能源化利用密切相关的法规是生物质能源法规。

世界上第一部可再生能源法律文本是 2000 年德国议会通过的《可再生能源法》。该法全面、深入、细致的考虑了可再生能源电力的发展，是世界可再生能源立法领域的典范,先后经历了 2004 年、2008 年、2012 年、2014 年四次修改和完善，法律条款由最初的 12 条扩充为 66 条，形成了较完备的框架。国外生物质能源法规常以条例的形式出现，如美国的《生物质能条例》、德国的《生物质能条例》和《生物质发电条例》等。德国环境部于 2001 年制定了《生物质能条例》和《生物质发电条例》，并于 2005 年对两条例进行了修改，前者对秸秆沼气、秸秆发电等秸秆新型能源化利用方式做了明确的规定；后者对秸秆等生物质发电的技术范围、环境标准、电价控制、配额制度、财政政策等有关内容做了具体要求。美国联邦政府先后通过了《生物质能条例》（2001 年）、《农业新能源法案》（2008 年）等，为生物质能等新能源的开发利用提供了法律支持。日本生物质资源化利用形成了较完整的法律体系，包括《环境基本法》（1993）和《建立循环型社会基本法》（2000）等基本法律，以及《废弃物处理法》（1970）、《再生资源利用促进法》（1991，2001 年修订）等单行法。农作物秸秆作为生物质重要的一个组成部分，在上述法律法规对其使用及带来的环境问题进行了相应的规定及要求。

5.2 国内相关标准

5.2.1 国内秸秆焚烧方面相关法规及标准

1998 年，国家环境保护总局、农业部、财政部、铁道部、交通部和中国民航总局六部委联合发布了《关于严禁燃烧秸秆，保护生态环境的通知》。1998 年后又相继印发了系列秸秆禁烧条例，对禁烧做出详细规定，如下表 7 所示。

表 7 国内秸秆焚烧法律法规概述

年份	条例	禁烧区域范围
1999	《秸秆禁烧和综合利用管理办法》	将机场、交通干线的周边作为秸秆禁烧的重点区域，并赋予省辖市（地）以上人民政府对禁烧区界定范围一定调整的权力
2000	《大气污染防治法》	将秸秆焚烧纳入大气污染防治的范围，规定对人口集中地区、机场周围及交通干线附近及当地人民政府划定的区域等特定区域的秸秆进行禁烧
2003	《关于进一步加强农作物秸秆综合利用工作的通知》(农机发[2003]4 号)	进一步将北京、上海、济南等大中城市的郊区以及几条重要的高速公路和几个大型机场的周边划定为禁烧区域
2008	《关于进一步加强秸秆禁烧工作的通知》（环发〔2008〕22 号）	进一步扩大了禁烧的范围，并且将焚烧情况较为严重的几个省市，列为重点禁烧区域，实行全面禁烧
2008	《关于加快推进农作物秸秆综合利用的意见》(国办发[2008]105）	将人口集中地区、机场周围、交通干线附近和各直辖市、省会城市以及副省级城市行政区域列入秸秆禁烧范围。
2015	《关于进一步加快推进农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知》（发改环资〔2015〕2651 号）	在人口集中区域、机场周边和交通干线沿线以及地方政府划定的区域内，基本消除露天焚烧秸秆现象

近年来，为了对秸秆焚烧现象建立更加严格的管理及监督体制，在严格遵循国家相关法律法规基础上，我国地方政府也陆续发布了相关的法规和政策，以控制秸秆焚烧现象、减轻大气污染和促进农作物秸秆的综合利用。

5.2.2 国内秸秆综合利用方面相关法规及标准

我国于 2005 年通过了《可再生能源法》，将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域。农作物秸秆作为可再生能源的重要组成部分，为加快推进秸秆综合利用，实现秸秆的资源化、商品化，促进资源节约、环境保护和农民增收，国务院于 2008 年通过了《关于加快推进农作物秸秆综合利用的意见》(国办发[2008]105)。为指导各地推广实用成熟的秸秆

综合利用技术，推动秸秆综合利用产业化发展，2014 年国家发展改革委会同农业部印发《秸秆综合利用技术目录（2014）》(发改办环资[2014]2802 号)。为了加大秸秆资源化利用力度，减少露天焚烧，2015 年国家发展改革委、财政部、农业部、环境保护部联合发出《关于进一步加快推进农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知》（发改环资〔2015〕2651 号），农业部科技教育司会同农业部农业生态与资源保护总站于 2016 年发布了《关于推介发布秸秆“五料化”利用技术的通知》（农科(能生)函〔2016〕第 213 号）。为进一步加强秸秆综合利用和禁烧工作，加快推进秸秆的资源化、商品化利用，促进资源节约、环境保护、农民增收和农业可持续发展，2016 年国家发展改革委办公厅、农业部办公厅联合印发《关于编制“十三五”秸秆综合利用实施方案的指导意见》(发改办环资〔2016〕2504 号)。为提升秸秆利用区域统筹水平，指导各地科学谋划和布局秸秆综合利用产业发展，2017 年农业部农业生态与资源保护总站发布了《关于发布区域农作物秸秆全量利用技术导则的通知》（农生态（生）[2017]9 号）。

与上述法律法规和文件相配套，为了规范秸秆资源综合利用技术的实施与应用，各部门及地方政府相继制定了一系列的标准及规范。现行与秸秆燃料化利用相关的标准及规范，具体见表 8。由表 8 可以看出，现有标准及规范主要对秸秆秸秆燃料化利用技术参数（条件）、工程设计内容、设计参数等内容进行了规定，而对秸秆收储运及燃料化利用过程中的环境污染控制方面的规定及要求较少且不系统，有关秸秆收储运及燃料化利用污染控制技术规范仍是空白。

综上，我国为促进秸秆综合利用已制定一系列的法律法规以及配套的标准和规范，但与发达国家相比，我国的科技水平和综合国力总体上还有一定差距，秸秆收储运体系不健全，秸秆综合利用技术水平有待提高，配套的标准、规范和法规尚不完善。此外，在现阶段，针对综合利用未完全消纳的剩余农作物秸秆如果仅仅停留在完全禁烧的层面，也难以解决农民急于腾空土地的意愿与政府部门严查禁烧的管控之间的现实矛盾。因此，在一定时期内，制定一套切实可行的秸秆焚烧污染控制标准和规范，一方面可引导农民规范合理地焚烧少量秸秆，暂时缓解我国目前综合利用未完全消纳的剩余秸秆占用土地的现状压力，同时有效减少偷偷滥烧秸秆带来的大气污染问题，另一方面通过制定和规范秸秆收储运体系及秸秆燃料化利用过程中污染控制措施，进一步完善我国的环境标准体系，提升行业污染控制管理水平。

表 2 国内现有秸秆综合利用相关标准及规范

发布部门	标准名称	标准号	主要内容
住房城乡建设部	秸秆发电厂设计规范	GB 50762-2012	秸秆资源与厂址选择、厂区及收贮站规划、主厂房布置、燃料输送设备及系统、秸秆锅炉设备及系统、除灰渣系统、汽轮机设备及系统、水工设施及系统、水处理设备及系统、电气设备及系统、仪表与控制、采暖通风与空气调节、建筑和结构、辅助和附属设施、环境保护、劳动安全与职业卫生等。
农业部	方草捆打捆机作业质量	NY/T 1631-2008	规定了方草捆打捆机作业质量指标、检测方法和检测规则
农业部	农作物秸秆资源调查与评价技术规范	NY/T 1701-2009	规定了农作物秸秆资源的调查范围、调查内容、调查方法、评价指标和计算方法、评价方法等
农业部	生物质固体成型燃料成型设备技术条件	NY/T 1882-2010	规定了生物质固体成型设备的分类、要求、检验规则、标志、包装、运输与贮存
农业部	生物质固体成型燃料技术条件	NY/T 1878-2010	规定了分类、规格、性能指标、检验规则、标志、包装、运输与贮存
农业部	秸秆沼气工程工艺设计规范	NY/T 2142-2012	规定了秸秆沼气工程工艺设计的一般规定、设计内容、主要技术参数和工程设计参数
农业部	圆草捆打捆机作业质量	NY/T 2463-2013	规定了圆草捆打捆机作业的质量要求、检测方法和检验规则
农业部	生物质成型燃料工程设计规范	NY/T 2881-2015	规定了产业化生物质成型燃料工程选址、总体布置、工艺、建筑、电气、给排水、辅助工程等设计内容
农业部	生物质气化供气系统技术条件及验收规范	NY/T 443-2016	规定了生物质供气系统的技术条件、工程施工安装、试验方法及验收规范
农业部	农作物秸秆综合利用技术通则	NY/T 3020-2016	规定了农作物秸秆综合利用中有关资源调查与评价，秸秆收储运，肥料化、饲料化、燃料化、 基料化等利用中的通用技术要求
农业部	生物质气化集中供气站建设标准	NY/T 3337-2018	规定了生物质气化集中供气站建设要求、工艺与设备、建筑与建筑用地、配套工程和环境保护和主要技术经济指标等
农业部	沼气工程技术规范 第 1 部分：工程设计	NY/T 1220.1-2019	规定了沼气工程的设计原则、设计内容及主要设计参数
国家能源局	民用生物质固体成型燃料采暖炉具通用技术条件	NB/T 34006-2011	规定了民用生物质固体成型燃料采暖炉具的型号、表示方法、技术要求、检验方法和检验规则等
国家能源局	生物质气化集中供气净化装置性能测试方法	NB/T 34004-2011	规定了生物质气化集中供气净化装置性能测试方法

发布部门	标准名称	标准号	主要内容
国家能源局	生物质气化集中供气污水处理装置技术规范	NB/T 34011-2012	规定了生物质气化集中供气站污水处理装置的技术要求、测试检验、验收规则
国家能源局	农作物秸秆物理特性技术通则	NB/T 34030-2015	规定了农作物秸秆物理特性的有关术语、定义、分类和测定
国家能源局	生物质锅炉供热成型燃料工程设计规范	NB/T 34062-2018	规定了生物质锅炉供热成型燃料工程的基本规定、工艺设计、总平面布置、土建设计、电气、给排水和暖通、消防、环境保护与节能、劳动安全与工业卫生
国家能源局	生物质锅炉供热成型燃料产品贮运技术规范	NB/T 34061-2018	规定了生物质锅炉供热成型燃料产品贮运过程中的产品贮存、产品运输、交货验收与计量、安全卫生等内容
国家能源局	生物质锅炉供热成型燃料工程运行管理规范	NB/T 34064-2018	规定了生物质锅炉供热成型燃料工程的运行、维护保养、安全操作的方法和要求
河北省	机械化秸秆粉碎还田技术规程	DB13/T 1045-2009	规定了机械化秸秆粉碎还田技术的作业流程、质量要求和检测方法
四川省	秸秆沼气集中供气工程设计规范	DB51/T 1183-2011	规定了秸秆沼气集中供气工程的设计范围；秸秆沼气集中供气工程的设计原则； 秸秆沼气集中供气工程的主要参数选取
河北省	秸秆直燃锅炉	DB13/T 2314-2015	规定了秸秆直燃锅炉（以下简称锅炉）的术语和定义、产品型号及参数、要求、试验方法、检验规则、标志、油漆、包装、运输、贮存及产品说明书
生态环境部	农业固体废物污染控制技术导则	HJ 588-2010	规定了农业植物性废物、畜禽养殖废物和农用薄膜等三种农业固体废物污染控制的原则、技术措施和管理措施等相关内容
环保部、国家质监局	火电厂大气污染物排放标准	GB 13223-2011	规定了火电厂大气污染物排放浓度限值、监测和监控要求，以及标准的实施与监督等
环保部、国家质监局	锅炉大气污染物排放标准	GB 13271-2014	规定了锅炉烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物的最高允许排放浓度限值和烟气黑度限值
河北省	煤场、料场、渣场扬尘污染控制技术规范	DB 13/T 2352-2016	规定了各工业企业煤场、料场、渣场扬尘污染的污染控制技术要求和监督管理措施
吉林省	生物质成型燃料锅炉大气污染物排放标准	DB 22/T 2581-2016	规定了生物质成型燃料锅炉大气污染物排放的术语和定义、大气污染物排放限值、烟囱高度、监测和监督与实施
天津市	生物质成型燃料锅炉大气污染物排放标准	DB 12/765-2018	规定了生物质成型燃料锅炉大气污染物排放控制要求、监测要求和标准的实施与监督等内容

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

a）本标准规定了秸秆焚烧、秸秆燃料收储运和秸秆燃料化利用过程的污染控制要求。

b）本标准适用于玉米、小麦、稻谷三种农作物秸秆的焚烧污染控制，以及秸秆收储运和燃料化利用工程的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可管理等。

c）其它农作物秸秆的污染控制和监督管理可参考本标准执行。

6.2 标准结构框架

标准的主要内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、秸秆露天焚烧污染控制要求、秸秆燃料收储运污染控制要求、秸秆燃料化利用污染控制要求和监管要求等七个章节。

6.3 术语和定义

a）秸秆（Straw）：农业生产过程中，收获了稻谷、小麦、玉米等农作物籽粒以后，残留的不能食用的茎、叶等副产品，不包括农作物地下部分。

b）秸秆焚烧 （Straw Burning）：秸秆焚烧包括秸秆野外焚烧和作为燃料采用燃烧设备集中焚烧两种方式。

c）秸秆燃料收储运（Collection, Storage and transportation of Straw Fuel）：秸秆燃料收储运是指秸秆燃料化利用前秸秆的收集、储存和运输的过程。

d）秸秆综合利用 （Comprehensive Utilization of Straw）：指对农作物秸秆进行综合开发与合理利用。包括肥料化、饲料化、燃料化、基料化和原料化等利用技术。

e）秸秆燃料化利用 （Utilization of Straw as Energy）：指通过物理、热化学、生物化学等方法，将秸秆转化为燃料的综合利用方式。主要包括固体成型燃料、热解气化、沼气、直燃发电和直燃供热等方式。

6.4 秸秆焚烧污染控制要求

本规范主要从焚烧地点、焚烧量、气象条件和焚烧方式等几个方面对秸秆野外焚烧污染控制进行了规定。

6.4.1 焚烧地点要求

为了最大限度地避免秸秆焚烧造成的大气污染危害以及焚烧产物对人体健康的影响，秸秆焚烧要远离人口集中地区，不能影响公路、铁路和航线的正常能见度。依据美国俄亥俄州《露天焚烧管理规定》以及《秸秆禁烧和综合利用管理办法》第四条规定，本标准规定以机场为中心 15 公里为半径的区域，沿高速公路、铁路两侧各 2 公里和国道、省道公路干线两侧各 1 公里的地带禁止秸秆焚烧。各省、自治区、直辖市人民政府可划定除以上区域之外的禁烧区。对于禁烧区之外的其它区域，秸秆的焚烧地点应符合表 9 的限定。

表 9 焚烧地点与公共区域之间的距离要求

公共区域	距离（m）
医疗机构	≥ 800
餐馆、学校、商店	≥ 300
居民区	≥ 150

6.4.2 焚烧量要求

相关研究学者结合遥感数据与问卷，估算到 2 个月内平均秸秆焚烧的面积为(75±6) hm^2，则每天平均秸秆焚烧为 (1.25±0.1) hm^2。随后，通过 CALPUFF 模型模拟出一天焚烧相当量玉米秸秆释放的 PM2.5 平均浓度为 20 $\mu g/m^3$。《环境空气质量标准》中规定 PM2.5 的 24 小时平均二级浓度限值为 75 $\mu g/m^3$，此时需控制的焚烧面积应在 4.7±0.1 hm^2 范围。

综上，本标准规定每处单次秸秆焚烧面积不得超过 5 公顷。经过调研，全国各省份每年所收集的秸秆量各不相同，各省的秸秆综合利用率基本在 85%左右，有的省可达到 95%。北方秸秆焚烧时间主要为 9-11 月，南方主要是 5-7 月。由于黑龙江省、吉林省、辽宁省及内蒙古自治区秸秆总产量较大，综合利用难以消纳，且气候比较寒冷，不适宜秸秆还田。综合分析后本标准规定黑龙江省、吉林省、辽宁省、内蒙古自治区的秸秆焚烧量不得超过当地秸秆理论产量的 5%，其余省、直辖市、自治区的秸秆焚烧量不得超过当地秸秆理论产量的 3%，各地区所辖市（县/区）具体的焚烧面积由当地生态环境主管部门确定和分配，避免造成严重烟雾或公共危害。表 10 和表 11 为统计的全国重点省份秸秆产量及可焚烧面积。

表 10 东北三省及内蒙古自治区秸秆产量和焚烧量

省份/自治区	县级（区）数量	秸秆产量（万吨）			总秸秆产量(万吨)	焚烧 5%（万吨）	焚烧面积（万公顷）
		稻谷	小麦	玉米			

黑龙江省	121	3552.92	62.19	5053.41	8668.52	433.43	51.05
吉林省	60	855.05	0.00	3553.07	4408.13	220.41	25.36
辽宁省	100	553.01	2.41	2110.09	2665.51	133.28	16.02
内蒙古	101	161.27	347.55	3426.30	3935.13	196.76	22.45

注：数据来源为 2019 年国家统计年鉴

表 11 其它重点省份秸秆产量和焚烧量

省份	县级（区）数量	秸秆产量（万吨）			总秸秆产量(万吨)	焚烧 3%（万吨）	焚烧面积（万公顷）
		稻谷	小麦	玉米			
河北省	94	69.59	2492.30	2463.38	5025.28	150.76	17.62
山东省	137	130.45	4246.38	3308.54	7685.37	230.56	24.32
安徽省	104	2224.23	2761.69	755.82	5741.73	172.25	19.68
河南省	136	663.35	6189.78	2983.93	9837.06	295.11	30.84
湖北省	103	2600.49	705.07	410.39	3715.95	111.48	12.83

注：数据来源为 2019 年国家统计年鉴

6.4.3 气象条件要求

本标准针对秸秆焚烧适宜的气象条件从大气稳定度、风速、气温垂直递减率、相对湿度四方面进行规范性描述。

a）大气稳定度

大气稳定度是影响污染物在大气中扩散的重要因素，帕斯奎尔-特纳大气稳定度分类划分为强不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、较稳定和稳定六级，分别由 A、B、C、D、E 和 F 表示。2018 年天津市环境气象中心、气象科学研究所与京津冀环境气象预报预警中心利用气象铁塔资料，探究了大气稳定度与污染物的关系，发现较为稳定的大气是造成秋冬季节大气扩散条件变差、污染物浓度较高和雾霾天气频发的重要气象条件。为了防治秸秆焚烧引起污染物浓度显著升高，秸秆焚烧需在有利于污染物扩散的稳定度类别下进行，因此，规定秸秆焚烧对大气稳定度的要求如表 12 所示。

表 12 大气稳定度与秸秆焚烧对应关系

稳定度	A	B、C	D	E	F
气象特征	非常利于扩散	有利扩散	对扩散无明显影响	不利扩散	非常不利扩散
秸秆焚烧	允许	允许	不允许	不允许	不允许

本标准规定大气稳定度处在 A、B、C 类的时候，有利于污染物的扩散，可以允许秸秆焚烧。

b）风速

从气象学角度来说，风速低于 1.5 m/s 即为软风，软风气候条件仅比无风高一级，可判定为静稳状态。风速达到轻风（1.5-3.3 m/s）状态时，具备对大气污染物输送与稀释的作用。另外利用空气质量模型对秸秆焚烧污染物扩散模拟进行研究，得到结论见表 13。

表 13 风速与污染物浓度的关系

序号	风速区间（m/s）	平均风速（m/s）	$PM_{2.5}$ 平均浓度（μg/m^3）
a	0.3-1.5	0.9	30
b	1.6-3.3	2.5	20
c	3.4-5.4	4.4	18
d	5.5-7.9	6.7	11
e	8.0-10.7	9.4	8

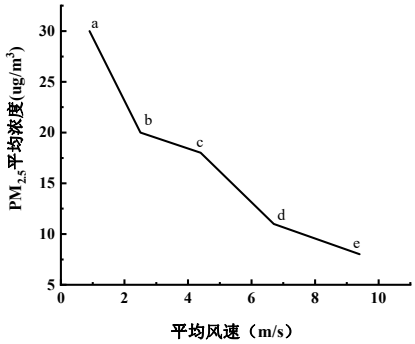

图 1 风速与 $PM_{2.5}$ 浓度的关系

随着风速增加，ab 段平均浓度下降了 30%，bc 段平均浓度下降了 10%，cd 段平均浓度下降了 39%，de 段平均浓度下降了 27%，相比之下，在正常大气运动中，选取 cd 段所对应的平均风速（4.4~6.7 m/s）时，平均浓度稀释最大，更有利于污染物的扩散，造成的空气污染程度较低。当风速较大时会造成秸秆焚烧火势不可控，国外康乃狄克州规定当风速在 5

英里/小时至 15 英里/小时（约 2.2 米/秒~6.7 米/小时）下允许焚烧，由图 1 趋势图可看出，当平均风速在 2.2 m/s 和 6.7 m/s 时，污染物浓度处在下降的趋势。所以综合分析结论后，本标准规定当风速在 2 m/s~6.7 m/s 时，可以允许秸秆焚烧。

c）气温垂直递减率

温度是决定烟气抬升的一个因素，它的垂直分布决定了大气层结的垂直稳定度，直接影响湍流活动的强弱，与空气污染有密切的联系。美国俄亥俄州《露天焚烧管理规定》提到“气象条件必须有利于污染物的消散，如果不幸遭遇雨天、雾天或是大气逆温现象（气温随高度增加而上升的现象），也是禁止焚烧的”。所以当大气处于逆温条件时，禁止进行秸秆焚烧活动，本标准规定当气温垂直递减率大于 0.98 K/100 m 时，垂直扩散条件有利于污染物扩散，可以允许秸秆焚烧。

d）相对湿度

湿度大不利于污染物扩散，且有助于一次污染物转化为二次污染物。相对湿度是影响可吸入颗粒物污染的一个较为重要的因素。随着相对湿度的上升，大气颗粒物浓度表现出不完全一致的变化趋势。2018 年南京信息工程大学气象灾害预警与评估协同创新中心、大连市气象装备保障中心以及南京市环境监测中心共同利用拉曼-瑞利-米氏激光雷达研究出在一定湿度范围内 (PM_{10} 是 40%~49%以内，$PM_{2.5}$ 是 50%~59%以内) 相对湿度越大越有利于颗粒物的形成，尤其是高湿度空气容易造成颗粒物的较重污染，超过这个范围，相对湿度越大，颗粒物浓度越低。其次利用空气质量模型对秸秆焚烧污染物扩散模拟研究，结论如图 2 可见，整体上，$PM_{2.5}$ 的平均浓度与相对湿度呈正相关。c 点（相对湿度为 50%）以后增长迅速，cd 段和 de 段分别增长了 56%和 67%。综合文献与模型模拟结果，本标准规定当空气相对湿度低于 65%，可以允许秸秆焚烧。

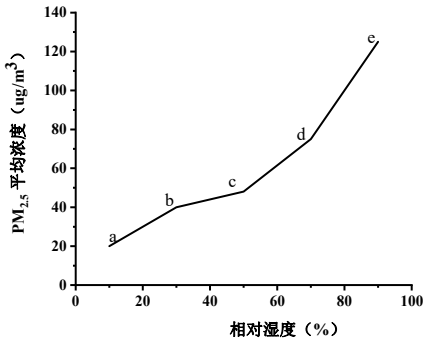

图 2 相对湿度与 $PM_{2.5}$ 浓度的关系

e）其它说明

上述规定的秸秆焚烧气象条件应该由气象主管部门和生态环境主管部门联合发布，为秸秆焚烧提供依据，但目前我国尚未形成秸秆焚烧气象条件的发布制度。因此，可借鉴国外相关法律法规，并结合大气扩散条件，通过规定焚烧时段来降低秸秆焚烧对环境空气质量的影响。加拿大马尼托巴省规定焚烧时间为 11 点至日落前 2 小时，美国加利福尼亚州及其他一些州规定焚烧时段为 10:00-17:00，加州圣路易斯奥比斯波县则规定焚烧时段为日出后到日落前 2 小时，北卡罗莱纳州规定焚烧时段为 8:00-18:00。根据文献调研情况，本标准规定，可在当地空气质量处于良好以上且非重污染天气预警期间，选择晴朗、有利于污染物扩散的天气条件进行焚烧。规定在晴朗天气的 9 点以后可以焚烧秸秆，且应在 15 点之前焚烧完全，当出现大风时不得焚烧秸秆。

6.4.4 焚烧方式要求

本标准对秸秆焚烧方式主要从秸秆干燥条件、秸秆堆放方式等方面进行规范性描述。

a）秸秆干燥条件

由实验室前期实验结果所得，将秸秆自然风干 72 h 后，含水率由 19.6%降至 12.7%，主要污染物 $PM_{2.5}$ 排放因子由 19.1 g/kg 降至 11.7 g/kg。因此秸秆散铺于农田中焚烧，至少提前干燥 3 天以上。

其次，通过调研发现美国特拉马州《农业焚烧规定》对于秸秆焚烧前的干燥做出了详细的规定，基于我国焚烧秸秆情况，依据其经验，规定若秸秆收割后以堆垛方式焚烧，则焚烧前需至少干燥 10 天以上，若在超过 4 mm 的降雨之后，稻草秸秆应通过下面的测试后才可焚烧，否则不得焚烧。

测试方法：从田间随机选取焚烧处平铺/堆垛的秸秆，然后从上、中、下部分进行取样，注意取样要具有代表性，然后手动弯曲秸秆，若秸秆出现裂纹或者能折断，则可以焚烧，否则不能进行焚烧。

b）秸秆堆放方式

基于秸秆焚烧模拟实验研究，在氧气充分的条件下，秸秆焚烧充分，污染物的排放因子较小。所以为保证焚烧充分，在焚烧过程中必须要保证氧气充足，规定对于玉米秸秆，应采用竖直堆垛方式焚烧，对于小麦和水稻秸秆，应收集后松散堆垛焚烧。

6.5 秸秆燃料收储运污染控制要求

6.5.1 一般要求

a）秸秆燃料化利用中，应根据拟收集秸秆种类、秸秆特性、收集时间、收集方式、收储量、收储运模式等情况，合理制定收储运方案，规定秸秆收集、运输、储存过程污染控制要求。

b）秸秆收集、运输、储存过程除应满足环境保护相关要求外，还应符合国家安全生产、职业健康、交通运输等法规标准的相关要求。

6.5.2 污染控制措施要求

a）秸秆燃料收储运过程主要涉及扬（粉）尘排放。

b）秸秆收集过程，扬（粉）尘主要来自于秸秆粉碎或打捆过程。秸秆粉碎机和打捆机应安装相应的除尘设施，一般采用袋式除尘方式。

c）秸秆运输和存储过程产生的扬尘，属于无组织排放，主要采用覆盖、密闭等防风抑尘等措施。

6.6 秸秆燃料化利用污染控制要求

a）秸秆燃料化利用是指通过物理、热化学、生物化学等方法，将秸秆转化为燃料的综合利用方式。主要包括固体成型燃料、热解气化、沼气、直燃发电和直燃供热等方式。

b）结合我国目前秸秆燃料化利用技术现状，本规范主要针对秸秆固化成型燃料、秸秆热解气化、秸秆沼气生产、秸秆直燃发电和秸秆打捆直燃供热等五种秸秆燃料化利用技术，结合工艺流程和污染排放节点，从一般要求、工艺过程和末端治理三个方面进行了污染控制规定。

7 本标准与国内外相关标准比较

本标准是在调研了国外相关标准的基础上，从我国大气污染现状及形势需求出发，综合考虑我国的技术水平和经济水平等方面进行制定。由于本标准规定的秸秆燃料化利用是指通过物理、热化学、生物化学等方法，将秸秆转化为燃料的综合利用方式。主要包括固体成型燃料、热解气化、直燃发电和沼气等方式。所以与我国目前的一些标准相比，本标准是一个综合性的技术规范。此外，本标准对秸秆收储运技术进行规范性规定，填补了国内该部分的空白。从污染控制技术及措施上，本标准严于国际标准。

8 实施本标准的环境效益及经济技术分析

8.1 环境（减排）效益分析

秸秆焚烧污染控制技术规范实施后的环境（减排）效益主要体现在秸秆焚烧污染控制、秸秆收储运污染控制和秸秆燃料化利用污染控制三个方面。以 2015 年全国主要农作物秸秆可收集资源量为 9.0 亿吨，利用量为 7.2 亿吨，秸秆综合利用率为 80.1%，其中秸秆燃料化利用量 1.0 亿吨，占可收集资源量的 11.4%为基准，核算大气污染物减排量，核算结果如表 14 所示。

表 14 大气污染物减排量核算表

控制环节	秸秆消耗/利用量（亿吨）	大气污染物排放量（万吨）						减排量（万吨）		
		本规范实施前			本规范实施后					
		颗粒物	SO_2	NOx	颗粒物	SO_2	NOx	颗粒物	SO_2	NOx
秸秆焚烧	0.9	332.1	15.4	52.8	139.5	4.77	24.3	192.6	10.6	28.5
秸秆收储运	1.0	4.3	-	-	0.22	-	-	4.08	-	-
秸秆燃料化利用	1.0	10.0	10.0	30.0	3.0	5.0	10.0	7.0	5.0	20.0
合计	-	346.4	25.4	88.8	142.72	9.77	34.3	203.68	15.6	48.5

由表 14 可以看出，秸秆焚烧污染控制技术规范实施后，颗粒物、SO_2 和 NOx 排放量均有明显减少，环境减排效益显著。

8.2 经济技术分析

在我国目前秸秆综合利用尚无法全面覆盖，难以实现秸秆完全禁烧的现状之下，对秸秆问题应按照“疏堵结合，以用促禁”原则，坚持市场化的发展方向、产业化发展途径、多元化的利用方式，在逐步提高秸秆综合利用率的基础上，对难以消纳的秸秆，在一定时期内，政府部门依据本规范引导农户规范合理地焚烧少量秸秆，一方面可有效减少偷偷滥烧秸秆带来的大气污染问题，另一方面也减少了政府部门在秸秆禁烧管理方面投入的大量人力物力费用。

秸秆收储运过程主要是粉（扬）尘排放，秸秆燃料化利用过程主要涉及粉（扬）尘、SO_2 和 NOx 排放。结合现场调研结果，以秸秆常规处理规模为例，核算得到秸秆收储运过程及主要燃料化利用方式大气污染控制措施投入及运行成本如表 15 所示。

表 15 大气污染控制措施投入及运行成本分析

控制环节	利用方式	秸秆处理规模（万吨/年）	大气污染控制措施	设备投资（万元）	环保投入（万元）	环保投入占比（%）	运行费用	年运行费用（万元/年）
秸秆收储运	-	1.2	防尘、抑尘措施	600	6	1.0	1.7 元/吨	2.0
秸秆燃料化利用	秸秆固体成型技术	1.0	旋风+脉冲布袋	65	10	13.3	1.0-1.5 元/吨压块	1-1.5
	秸秆热解气化技术（以炭、电、热联产为例）	6.3	旋风+冷却+电捕集（燃气净化）、旋风+布袋（出炭系统）	12000	140	1.2	2.3 元/吨	14.5
	秸秆沼气生产技术	8	低氮内燃技术+脱硝（沼气发电）	3002	157	5.23	0.01 元/度电	2.64
			脱硫（沼气提纯天然气）	20005	11.5	0.06	0.03 元/Nm^3	10.7
	秸秆直燃发电技术	28	脱硫+脱硝+除尘	7881	1045	11.7	11.07 元/吨	310
	秸秆打捆直燃供热技术	0.6	静电除尘+湍流塔	160	35	17.9	3.3 元/吨	2.0

由表 15 可以看出，除秸秆直燃发电技术外，其它秸秆处理环节所采用的大气污染控制措施的年运行费用介于 1.0～14.5 万元之间，单位处理量（或单位产品）的运行费用介于 0.01～3.3 元之间。对于规模化秸秆直燃发电厂而言，环保运行费用之所以高的原因在于，其烟气排放往往参照《火电厂大气污染物排放标准》GB13223 执行，需采取更严格的烟气净化控制措施，以满足更严格的环保排放标准要求。

近年来，随着我国科技水平和环保投入的逐年提升，颗粒物、SO_2 和 NOx 三种主要污染物的控制技术已日益成熟，相应的环保处理设备或设施的市场价格更趋合理化，因此本规范实施后，在秸秆收储运产尘环节增设防（抑）尘设施或除尘设备，在秸秆燃料化利用过程中，对涉粉（扬）尘、SO_2 和 NOx 排放的环节，增设防（抑）尘设施或除尘设备、脱硫设施和脱硝设施等污染控制措施，无论经济上，还是技术上均是可行的。