《秸秆焚烧污染控制要求》

（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
2 标准编制的必要性及编制原则 2
2.1 国家及生态环境主管部门的相关需求 2
2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求 2
2.3 秸秆焚烧带来的主要问题 2
2.4 标准编制的意义 3
2.5 标准编制的原则 4
3 秸秆产量、综合利用及焚烧污染现状分析 5
3.1 秸秆的产生概况 5
3.2 秸秆综合利用现状 7
3.3 秸秆焚烧污染状况 7
4 国内外相关法规标准调研 9
4.1 国内相关法规标准 9
4.2 国外相关法规标准 10
5 标准的主要技术内容及说明 17
5.1 标准适用范围 17
5.2 标准结构框架 17
5.3 术语和定义 17
5.4 焚烧地点要求 18
5.5 焚烧量要求 18
5.6 气象条件要求 19
5.6.1 大气稳定度 19
5.6.2 风速 20
5.6.3 气温垂直递减率 21
5.6.4 相对湿度 21
5.6.5 其他说明 22
5.7 焚烧方式要求 22
5.7.1 秸秆干燥条件 22
5.7.2 秸秆堆放方式 23
5.8 控制污染物项目及分类 23
5.9 污染物排放要求 25
6 秸秆焚烧污染物监测方法 27
6.1 监测指标 27
6.2 监测时段的选择 27
6.3 监测方法 27
6.3.1 参照点位布设 27
6.3.2 监测点位布设 28
6.3.3 采样及分析方法 28
6.3.4 采样时间 29
6.3.5 污染物排放因子计值方法 29
7 本要求与国内外相关标准比较 32

7.1 本要求与国内相关标准比较.....32
7.2 本要求与国外相关标准比较.....32
8 实施本要求的环境效益及经济技术分析.....34
8.1 实施本要求的环境效益.....34
8.2 实施本要求的经济技术分析.....34
9 标准的实施与监督.....35
9.1 行政监督.....35
9.2 标准实施.....35

1 项目背景

近年来，我国京津冀地区雾霾天气频发，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，其中小麦、玉米和水稻秸秆为三大农作物秸秆。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，在特殊的区域，转变思路，指导人们有计划地进行合理有效焚烧，控制秸秆焚烧总量，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。但国内对秸秆焚烧污染控制的法规只停留在禁烧的层面，对于污染控制标准还是空白。为了填补这一空白现制定秸秆焚烧污染控制标准，指导在特定条件下进行焚烧处理，缓解秸秆焚烧带来的大气污染，改善大气环境质量。

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。

选择我国典型秸秆焚烧区域，研究小麦、玉米、水稻等典型秸秆焚烧的污染物排放规律和扩散特征，明确典型秸秆焚烧的主要污染物，形成秸秆焚烧污染控制标准，为我国秸秆焚烧污染防治提供管理支撑。编制《秸秆焚烧污染控制要求》成为一项重要的任务。于是，北京林业大学与河北科技大学根据项目的阶段性研究成果，开展《秸秆焚烧污染控制要求》编制工作。

2 标准编制的必要性及编制原则

2.1 国家及生态环境主管部门的相关需求

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，其中小麦、玉米和水稻秸秆为三大农作物秸秆。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。但国内对于秸秆焚烧污染控制的法规只停留在禁烧的层面，对于控制技术规范的标准还是空白。为了填补这一空白现制定秸秆焚烧污染控制技术规范，指导特殊情况下的焚烧以及规范秸秆综合利用技术的发展，缓解秸秆焚烧带来的大气污染，改善大气环境质量。

2.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

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%，还有剩余 20%的秸秆仍不能很好地对其进行利用，不是随意的堆放，就是滥烧，造成的土地的占用和严重的大气污染。虽然全国已经禁烧秸秆，但是夜间暗自焚烧时常发生，并不能达到全面禁烧的效果。既然全面禁烧秸秆并不能很好地控制，所以相关部门需转变思路，借鉴国外相关的法律法规，制定我国秸秆焚烧标准合理的焚烧秸秆。一方面能有效地减少秸秆滥烧，对未综合利用的秸秆进行有效地利用，另一方面也能减少大气的污染，另外合理的焚烧秸秆也有一定的好处，比如它能给土地增加肥力，改善土壤结构，而且还能增加土地肥力。它能快速消灭病虫害，农作物在生长的过程中，经常会发生病虫害。尤其是小麦病虫害比较多，如果将遗留下来的小麦秸秆直接还田的话，可能会导致下一茬小麦重新感染这些病虫害，直接影响下一茬小麦的收成，而焚烧桔杆是最直接的方式，能快速的消灭病虫害。

2.3 秸秆焚烧带来的主要问题

（1）秸秆焚烧给环境带来污染

人们对秸秆进行焚烧大多选在露天场所，这样既可以避免因为焚烧所产生的灰烬“污染”自家院落，又可以不进行“二次处理”再次打扫。人们的这种“偷懒”方法让自己从处理秸秆的繁琐事物中脱离出来，但却带来了更为严重的危害， 即对环境的污染。有数据表明，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、VOCs、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，对空气造成污染。

（2）秸秆焚烧极易引发火灾

在进行秸秆焚烧的时候，所使用均为明火，在焚烧的过程中，火势渐强，甚至有的火势已经达到人们难以控制的程度，只能等待秸秆自行焚烧完毕之后，火势才能逐渐减弱并熄灭。这种情况非常容易引起火灾，特别是在遭遇大风天气的时候，火势根本无法由焚烧者控制，一旦与周围易燃物接触，产生的后果不堪设想，给人们的财产和生命造成极大的威胁，严重者还会造成人身伤亡。尤其秸秆焚烧一般均是在村庄周围，发生火灾的后果将会更加严重。

（3）秸秆焚烧给道路安全带来隐患

秸秆焚烧过程中不可避免地会产生浓烟，浓烟在空气中蔓延所产生的直接后果便是使空气的能见度降低，对过往行人或者车辆造成严重影响。一部分焚烧人员甚至选择将地点选在路边，这给通行车辆的正常行驶带来极大的安全隐患。以往数据表明，民航、铁路、高速公路的部分事故是由于秸秆焚烧引起的，一些机场因为选择在郊区或者农场等地建设，因此，在遭遇秸秆焚烧的时节，浓烟会影响到航班的正常起飞和降落。

（4）秸秆焚烧对土壤结构造成破坏

秸秆焚烧使地面中温度升高，能间接烧死土壤的有益微生物，这样使土壤的自然肥力下降，土壤对于水分的保持度下降，土壤的水分流失达到百分之六十五以上。这样在进行种子播种的时候，难以让植物得到有效灌溉，影响农作物对土壤水分的吸收，进而对农作物的产量和质量造成严重影响，使作物的产量下降，质量降低。对农民的收入造成影响。

（5）秸秆焚烧对人体产生极大的危害

焚烧产生的浓烟中含有大量的 CO、VOCs、SO_2、NO_2 以及 PAH_S 有毒有害气体，并且因为秸秆焚烧产生的浓烟中含有大量的可吸入颗粒物，对人的眼睛、鼻子和咽喉中粘膜产生极大的刺激，尤其离浓烟越近的人受到的危害越大，轻则咳嗽不止、胸闷、眼睛流泪，严重者还会患上支气管炎和气管炎。

2.4 标准编制的意义

（1）近年来针对农作物秸秆焚烧污染控制标准研究成果较少。本要求可以供参考。

（2）污染控制标准作为环境技术支撑体系的重要内容之一，一方面响应国家的相关要求、污染物排放标准、环境影响评价等环境管理有关工作；另一方面指导污染防治技术路线

选择，引导污染防治技术进步。

（3）有利于促进区域空气质量改善，降低有害污染物的环境浓度，减少一系列大气环境问题的发生。

2.5 标准编制的原则

本要求编制的主要原则是：

（1）以科学发展观为指导，以实现经济、社会的可持续发展为目标，以国家环境保护相关法律、法规、规章、政策和规划为依据，通过制定和实施标准，促进环境效益、经济效益和社会效益的统一；

（2）优先考虑有利于保护生活环境、生态环境和人体健康；

（3）与我国现行环境法律、法规、政策、标准协调衔接；有利于形成完整、协调的环境保护标准体系；

（4）坚持以防范环境风险，改善环境质量，保护人体健康为目的，以国内外先进控制技术为依据，在统一严格控制的同时，体现一定的灵活性，促进生产工艺和污染防治技术进步和产业结构优化调整。经济、技术发展水平和相关方的承受能力相适应，具有科学性和可实施性，促进环境质量改善；

（5）根据本国实际情况，可参考国外相关标准、技术法规；

（6）充分考虑现有企业达标过程，制定合理过渡期，新老污染源执行相同标准；

（7）促进清洁生产，体现污染的过程控制；技术上可行、经济上合理、具有可操作性；

（8）编制过程和技术内容公开、公平、公正。

3 秸秆产量、综合利用及焚烧污染现状分析

3.1 秸秆的产生概况

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焚烧产生的污染物含量。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，重点关注上述 26 个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资源化利用的潜力。

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（小麦秸秆、玉米秸秆、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。

（1）农作物的产量

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。

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

表 1 （续）

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）
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

表 1 （续）

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）
湖北省	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

3.2 秸秆综合利用现状

据统计年鉴数据显示，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。

3.3 秸秆焚烧污染状况

（1）秸秆焚烧是指将农作物秸秆用火烧从而销毁的一种行为。秸秆焚烧造成雾霾天气，并产生大量有毒有害物质，对人与其他生物健康形成威胁。

（2）秸秆焚烧是二氧化碳、一氧化碳、甲烷、氮氯化物、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、致畸形、致突变特性的持久性有机污染物，这些不完全焚烧过程和非理想状态下的有毒焚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。

（3）小麦、玉米和水稻秸秆是焚烧最多的，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 138.1×10^4、6.4×10^4、41.1×10^4、8.7×10^4、41.8×10^4、594.6×10^4、94.4×10^4、8.0×10^4、44.2×10^4 和 14355.4×10^4t.。我国 2014 年三种农作物秸秆总产量 5.8 亿吨，焚烧量 1.3 亿吨，焚烧比例达到 22%。其中，河南省的焚烧量最高，其次是安徽省、湖南省、山东省、江苏省、黑龙江省。王俊芳等研究得出 2014 年我国因三种农作物秸秆（小麦秸秆、水稻秸秆、玉米秸秆）焚烧排放的 PM_{10}、$PM_{2.5}$、PM_{10}、TSP 的总量分别为 194.90、353.56、400.47、448.47 万吨；CO_2、CO、NOx、SO_2、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。秸秆焚烧排放量最高的前 3 位分别为湖南省、河南省和安徽省，秸秆焚烧比例分别 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。

4 国内外相关法规标准调研

4.1 国内相关法规标准

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，对秸秆禁烧做出了详细规定，如下表 2 所示。

表 2 国内秸秆焚烧法律法规概述

年份	条例	禁烧区域范围	处罚
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。	对违反规定在秸秆禁烧区内焚烧秸秆的，由当地环境保护行政主管部门责令其立即停烧，可以对直接责任人处以 20 元以下罚款；造成重大大气污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡严重后果的，对有关责任人员依法追究刑事责任。
2003	《关于进一步加强农作物秸秆综合利用工作的通知》	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》	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。	—
2012	《中华人民共和国治安管理处罚法》	—	对不听劝阻，故意焚烧农作物秸秆，阻碍国家机关工作人员依法执行职务的，由公安机关依据《中华人民共和国治安管理处罚法》第五十条之规定，处警告或二百元以下罚款，情节严重的，处五日以上十日以下拘留，并处五百元以下罚款。
2018	《中华人民共和国大气污染防治法》	省、自治区、直辖市人民政府应当划定区域，禁止露天焚烧秸秆、落叶等产生烟尘污染的物质。	由县级以上地方人民政府确定的监督管理部门责令改正，并可以处五百元以上二千元以下的罚款。

最近几年来，为了对秸秆焚烧现象建立更加高效的管理及监督体制，我国大部分行政区在严格遵循《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国突发事件应对法》等法律法规基础上都先后发布了相关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。例如，2016 年 10 月发布的《哈尔滨市 2016 年

秸秆禁烧工作方案》、《2016 年河南省秸秆禁烧和综合利用工作实施方案》、《沈阳市秸秆禁烧工作方案》；2016 年 11 月发布的《关于农作物秸秆综合利用和露天禁烧的决定》、《吉林省人民政府关于禁止露天焚烧农作物秸秆的通告》、《秸秆能源化利用补助资金管理暂行办法》；2016 年 12 月发布的国家《生物质能发展“十三五”规划》、《嘉兴市秸秆露天禁烧和综合利用条例》、安徽铜陵《2016 年全市秸秆禁烧工作方案》、上海市《关于加快推进农作物秸秆综合利用工作的通知》、绍兴市《关于全面禁止秸秆露天焚烧加快推进秸秆综合利用的通知》;2017 年上半年发布的财政部农业部《关于全面推开农业“三项补贴”改革工作的通知》、《关于农作物秸秆综合利用和露天禁烧的决定（草案）》、农业部《关于开展农作物秸秆综合利用试点的通知》、《四川省十三五秸秆综合利用规划（2016-2020 年）》、《安徽省发展以农作物秸秆资源利用实施意见》、《辽宁省鞍山市推进秸秆综合利用和禁烧工作实施方案》;2014 年颁布的《锅炉大气污染物排放标准》等。

4.2 国外相关法规标准

（1）美国相关标准

- **加利福尼亚州《农业燃烧管理规定》**

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，并对其做出详尽解释。（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做出明确规定，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。

- **俄亥俄州《露天焚烧管理规定》**

美国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，规定中的内容能够辅助俄亥俄州大气环境达到《清洁空气法》中规定的 《国家环境空气质量标准》 （NAAQS）并符合俄亥俄大会在俄亥俄州修订法典（ORC）的规定。除此之外，该规定有利于保护和维持俄亥俄州良好的空气质量以及公民健康。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	秸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。

- **康乃狄克州《露天焚烧规定》**

美国康乃狄克州在 2010 年颁布《露天焚烧规定》，该规定由康乃狄克州环境保护部环境保护委员会执行监督。规定中对秸秆焚烧要求有焚烧许可证，并且对秸秆焚烧的气象条件、焚烧地点、焚烧时间等有详细的要求。具体要求见表 5。

表 5 康乃狄克州露天焚烧规定

国家	地区	监督/执法机构	法律条款	主要条款
美国	康乃狄克州	环境保护部环境保护委员会	《露天焚烧规定》	秸秆焚烧有焚烧许可证且要天气晴朗，风速在每小时 5 至 15 英里之间。焚烧时间需在早上 10 点到下午 5 点进行，且在下午 5 点之前要燃烧完全。焚烧地点要求在距离林地 100 英尺或林地附近的草地，不得进行燃烧。违反者违反一次罚款 50 美元，之后再犯再加 90 美元

- **北卡罗来纳州《农作物残留物的管理规定》**

美国北卡罗来纳州在 2013 年颁布《农作物残留物的管理规定》，该规定由北卡罗来纳州农业和消费者服务部执行监督。规定要求秸秆焚烧要有焚烧许可证，并对秸秆的焚烧时间、秸秆焚烧量、以及秸秆焚烧条件有明确的规定。具体要求见表 6。

表 6 北卡罗来纳州农作物残留物的管理规定

国	地	监督/执法机构	法律条款	主要条款

家	区			
美国	北卡罗来纳州	北卡罗来纳州农业和消费者服务部	《农作物残留物的管理规定》	秸秆焚烧时间在早上 8 点—下午 6 点。 当秸秆占地达 1000 英尺时不得焚烧。 需要 NCDENR 森林资源部和县当局的代表核实当地的限制和许可证才可焚烧。 特别注意：当作物残留物可能减少种子萌发或导致植物病害的条件下，作物残留物可以燃烧。

- **印第安纳州《焚烧法规》**

美国印第安纳州在 2011 年颁布《焚烧法规》，该法规由印第安纳州环境管理部执行监督。法规对焚烧气象条件、焚烧量、焚烧时间、焚烧地点都做出了相应的规定，具体要求见表 7。

表 7 印第安纳州焚烧法规

国家	地区	监督/执法机构	法律条款	主要条款
美国	印第安纳州	印第安纳州环境管理部	《焚烧法规》	在不利的气象条件下，如：大风、逆温、空气流通不好等情况下，不得进行燃烧。 燃烧期间必须有人监督以防发生大的火灾。 焚烧时间需在白天且在日落之前。 焚烧量应小于或等于一千（1,000）立方英尺，一次只能焚烧一堆。 焚烧火点不得位于任何燃料储存区或管道的五百（500）英尺范围内。

- **加州圣地亚哥市《焚烧控制法规》**

加州圣地亚哥市在 2002 年颁布《焚烧控制法规》，由圣地亚哥农业委员会执行监督，该法规对秸秆的焚烧气象条件、焚烧证件、焚烧材料的干燥程度、焚烧时间等有明确的规定。具体要求见表 8。

表 8 圣地亚哥市焚烧控制法规

国家	地区	监督/执法机构	法律条款	主要条款
美国	圣地亚	圣地亚哥农业委员会	《焚烧控制法规》	秸秆焚烧必须要有燃烧许可证。 焚烧时间在冬季要求当地时间早上 8 点之前不允许点火；在夏季要求当地时间早上 7 点之前不得点火。所

	哥市			有焚烧应在每天的日落时消灭，待燃烧的材料应足够干燥，以获得最大的燃烧效率。 秸秆干燥要求在 10 天或 10 天以上。 当气象条件导致秸秆焚烧产生污染物超过国家环境空气质量标准或造成公害时，应禁止露天焚烧。

- **加州蒂哈马县《农业焚烧规定》**

加州蒂哈马县在 2001 年颁布了《农业焚烧规定》，法规由美国农业部（USDA）林务局和加州林业和消防部门（CDF）执行监督，规定主要对秸秆的干燥条件，焚烧时间，焚烧地点等进行了详细规定。秸秆焚烧要求焚烧时不往里面加不易燃烧的东西，如：轮胎、垃圾等。秸秆焚烧应远离人口密集区，且焚烧时间控制在上午 10 点至下午 5 点。普通秸秆的干燥时长通常为 7 天，水稻秸秆的干燥时间为 10 天。

- **加州门多西诺县《户外露天焚烧规定》**

加州门多西诺县在 2010 年颁布了《户外露天焚烧规定》，该规定由门多西诺县空气质量管理区执行监督。规定要求焚烧需要焚烧许可证，且对焚烧材料的干燥条件、焚烧时间有明确地规定。具体内容见表 9。

表 9 门多西诺县户外露天焚烧规定

国家	地区	监督/执法机构	法律条款	主要条款
美国	门多西诺县	门多西诺县空气质量管理区	《露天户外焚烧规定》	需要焚烧许可证才可焚烧。 焚烧材料需在下列最短时间内干燥：直径 6 英寸以上的树枝和树枝应干燥 60 天；刷子，藤蔓，灌木，修剪和小枝应干燥 15 天；大田作物和杂草应干燥 7 天。焚烧材料含水量应低于 25%时。 在国家法定节日时禁止焚烧。

- **加州圣路易斯奥比斯波县《农业焚烧规定》**

加州圣路易斯奥比斯波县在 2005 年颁布《农业焚烧规定》，该规定由加州空气资源委员会执行监督。该规定焚烧需要有焚烧许可证，且对焚烧方式、焚烧时间、焚烧地点、焚烧材料干燥条件、焚烧点燃方式都有明确的规定。规定内容见表 10。

表 10 圣路易斯奥比斯波县《农业焚烧规定》

国家	地区	监督/执法机构	法律条款	主要条款
美国	圣路易斯奥比斯波县	加州空气资源委员会	《农业焚烧规定》	需要焚烧许可证。 农业废弃物焚烧需堆放松散，干燥，无污垢。树木和大枝的要求干燥六周，剪过的小枝需干燥三周，玉米秸秆等需干燥十天。 焚烧时间需在日出前或日落前两小时宣布。当焚烧场地在人口密集区域时，不应焚烧。当日落两小时内禁止在火中添加额外材料。 需要要用干净的燃烧材料来引火。 当天气条件恶劣，焚烧许可随时取消。

（2）英国相关标准

- **英国威尔士《农作物残余物质（燃烧）管理条例》**

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》，见表 11。法规共包含六章内容：（1）适用范围：本规例可引称为《农作物残余物质（燃烧）管理条例》，法规有效范围包含英格兰及威尔士地区，并于一九九三年六月二十九日生效。（2）术语与定义：对法规中出现的术语进行定义，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做出限定，包括焚烧时段、焚烧面积、焚烧地点、焚烧许可等内容。详见表 4。（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 11 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	法律条款	焚烧地点	焚烧面积	焚烧时段	空气质量标准
英国	威尔士	英国农渔业及食品部和威尔士秘书署	《农作物残余物质（燃烧）管理条例》	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	威尔士空气质量标准-2010

（3）加拿大相关标准

- **马尼托巴省《作物秸秆和牧草焚烧法规》**

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关于作物秸秆和牧草的焚烧规定，在此基础上，重点针对秸秆焚烧管理，在 2018 年又发布了《作物秸秆和牧草焚烧法规》，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 12。

表 12 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	禁止夜间焚烧。在 8.1-11.15 期间焚烧秸秆，要有燃烧许可证，焚烧时间为 11 点至日落前 2 小时；在 11.16-7.31 期间焚烧秸秆，焚烧时间为日出至日落
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。尤为突出的是美国，其有关农业焚烧的政策法规非常详细，几乎考虑到了所有的相关因素。在治理农作物秸秆焚烧方面，美国并没有采取行政处罚等强硬的打压政策，而是由政府因势利导，有步骤有计划地逐步治理农作物秸秆焚烧问题，引导农户做出理性的判断与选择。在美国人口素质普遍较高的情况下，适用这一政策既不会降低农民的生产积极性，又合理地引导他们减少秸秆焚烧量，同时，改善了空气质量，也缓解了周围居民与农民之间的矛盾。一方面，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。但是从美国农业焚烧政策的基本目标可以看出，它的首要目的是为了促进农业生产而允许农民在政府的管制下焚烧农作物秸秆，其次目的才是为了减少大气污染，维护公共健康和人民福利。美国更关注的是对农业生产的保护，在促进农业经济发展的前提下有步骤地减少农业秸秆焚烧，不可否认的是它的确是处理环境与农业发展的最佳选择。这对我国制定农业焚烧控制方案具有很大的借鉴意义。从某种程度来看，是以计划焚烧之名，行禁烧管理之实，其最终结果与中国的秸秆禁烧有异曲同工之效。但我国人多地少，农户经营地块分散，因此，在中国秸秆禁烧管理过程中绝不可照搬发达国家的做法，而是要根据国情进行合理借鉴。

5 标准的主要技术内容及说明

5.1 标准适用范围

本要求规定了秸秆焚烧的焚烧地点要求、焚烧量要求、气象条件要求、焚烧方式要求、控制污染物项目及分类、污染物排放要求、监测要求、标准的实施与监督等内容。

本要求适用于小麦、玉米、水稻三种农作物秸秆焚烧的污染控制及监督管理。

其它秸秆焚烧的污染控制和监督管理可参考本要求执行。

5.2 标准结构框架

（1）本要求主要内容包括：前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、焚烧地点要求、焚烧量要求、气象条件要求、焚烧方式要求、控制污染物项目及分类、污染物排放要求、监测要求以及标准的实施与监督。

（2）执行标准的时间：建议自 2021 年 1 月 1 日起，执行本要求。

5.3 术语和定义

（1）秸秆 crop straw

指在农业生产过程中，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。

（2）秸秆焚烧 crop straw burning

指秸秆的野外焚烧过程，焚烧污染物直接排放到周围空气中。

（3）排放因子 emission factor

指焚烧单位质量干物质秸秆排放的大气污染物的量（g/kg）。

（4）大气稳定度分类 atmospheric stability classification

是利用常规气象观测资料对大气稳定度进行分类的方法，将大气稳定度分为强不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、较稳定和稳定六个级别，分别用 A、B、C、D、E 和 F 表示。

（5）气温垂直递减率 lapse rate of air temperature

指垂直高度每增加 100 m 大气温度降低的度数。

（6）秸秆焚烧边界 crop straw burning boundary

指秸秆焚烧区域与周围环境的界线。

（7）秸秆焚烧污染物监测点 pollutant monitoring points for crop straw burning

指依照标准规定设置的秸秆焚烧污染物监测采样点。

5.4 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，本要求规定以机场为中心 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 13 的限定。

表 13 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

5.5 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 $PM_{2.5}$ 平均浓度为 20 $\mu g/m^3$。《环境空气质量标准》中规定 $PM_{2.5}$ 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，本要求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。综合分析后本要求规定黑龙江省、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 14-1 和表 14-2 为统计的全国重点省份秸秆产量及可焚烧面积。

表 14-1 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 14-2 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

5.6 气象条件要求

本要求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。

5.6.1 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，具体大气稳定度等级的划分参考《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》（GB/T 3840-91）附录 B。本要求对秸秆焚烧大气稳定度的规定如表 15 所示。

表 15 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

本要求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。

5.6.2 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 16。

表 16 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

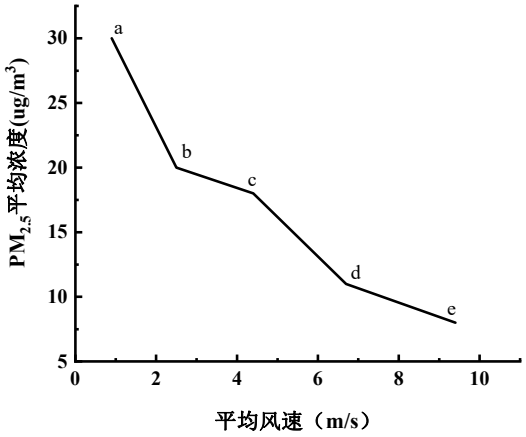

图 1 风速与 $PM_{2.5}$ 浓度的关系

图 1 为 CALPUFF 模型计算得到的风速与 $PM_{2.5}$ 浓度的关系。从图中可以看出，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，本要求规定当风速在 2 m/s~6.7 m/s 时，可以允许秸秆焚烧。

5.6.3 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，本要求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。

5.6.4 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，本要求规定当空气相对湿度低于 65%，可以允许秸秆焚烧。

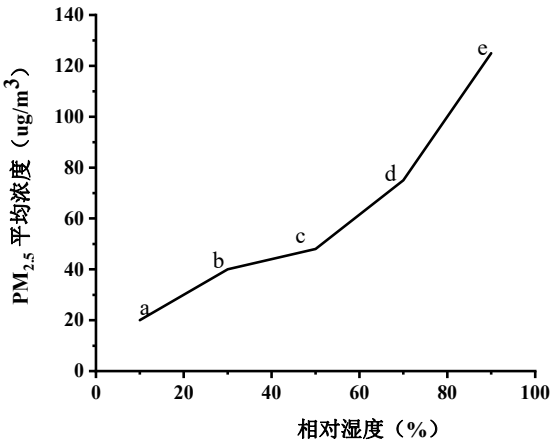

图 2 相对湿度与 $PM_{2.5}$ 浓度的关系

5.6.5 其他说明

5.6.1-5.6.4 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，本要求规定，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。

5.7 焚烧方式要求

本要求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。

5.7.1 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，通过调研发现加州蒂哈马县《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。

5.7.2 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。

5.8 控制污染物项目及分类

农作物秸秆富含有氮、磷、钾、微量元素等成分，焚烧时产生的污染物主要分为未燃尽污染物和燃尽污染物两类。焚烧过程产生的污染物主要包括 $PM_{2.5}$、PM_{10}、NOx、SO_2、CO、NH_3、VOCs 等。基于前期研究得到 2015 年九个重点省份焚烧小麦、玉米和水稻三种秸秆的产生的污染物理论量见表 17。

表 17 重点省份 2015 年秸秆焚烧污染物排放量（吨）

省份	SO_2	NO_x	$PM_{2.5}$	PM_{10}	NH_3	CO
安徽	6049.54	24252.06	66053.41	67362.25	4227.18	416402.01
河北	5519.57	31279.21	79052.02	80647.64	4305.23	470295.79
河南	11736.38	55839.73	138823.08	141602.47	7555.85	904728.24
黑龙江	6395.59	42472.10	125010.39	127539.63	8306.19	578178.42
湖北	3726.39	13701.35	43220.22	44072.29	3284.07	237324.64
吉林	3615.43	29689.81	83557.91	85261.14	5153.41	381251.81
辽宁	3003.48	9559.69	29985.57	30571.64	2310.72	179106.42
内蒙古	2745.23	23906.99	64631.29	65952.53	3744.21	305160.40
山东	8349.41	44485.08	111146.75	113384.48	5990.55	687055.44
总计	51141.02	275186.02	741480.64	756394.07	44877.41	4159503.17

由表可见，不同污染物的排放量大小有明显的差异，2015 年三类农作物的秸秆焚烧理论排放的污染物总量大小比较 $CO>PM_{10}>PM_{2.5}>NO_X>SO_2>NH_3$，其次九个重点省份之间三类农作物的秸秆焚烧理论排放量差异明显，可能是不同地区因地形、长年气候的差异从而农作物的产生量不同。不同省份排放的污染物种类差异也很明显，比如吉林小麦秸秆焚烧排放的污染物种类很少，理论污染物量甚少，而山东小麦秸秆焚烧排放的污染物种类很多，理论

污染物量相比较高，为达到污染物种类研究的统一，采用等标污染负荷法确定重要的污染物种类。

等标污染负荷：常用于评价各污染源或各污染物的相对危害程度，计算公式为：

$$P_i = m_i / C_i$$

式中：P_i为i污染物的等标污染负荷；m_i为i污染物的排放量，kg/a；C_i为i污染物的排放标准，mg/m^3

污染物排放标准按《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）[7]中二类区的 24 小时平均浓度限值，具体见表 18。

表 18 环境空气污染物项目浓度限值

序号	污染物项目	二级浓度限值	单位
1	SO_2	150	μg/m^3
2	NO_X	100	
3	$PM_{2.5}$	75	
4	PM_{10}	150	
5	CO	4	mg/m^3

注：《环境空气质量标准 GB 3095-2012》对 NH_3 没有做限值要求。

最后，根据标准中的浓度限值以及九大省份的秸秆焚烧污染物排放总量，结合公式得出各污染物的等标污染负荷，结果见图 3。

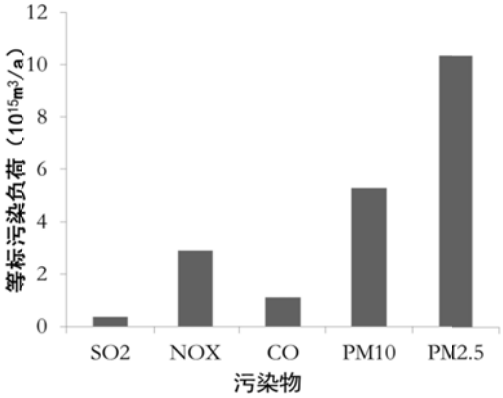

图 3 秸秆焚烧污染物的等标污染负荷

各污染物的等标污染负荷比见表 19，即某种污染物的等标污染负荷与 5 种污染物负荷之和的比值。按照从大到小排序，累积等标污染负荷比大于 80%的污染物为主要污染物。根据计算得出秸秆焚烧的主要污染物为：$PM_{2.5}$、PM_{10}、NO_X。因此，将 $PM_{2.5}$、PM_{10}、NO_X 三种污染物作为秸秆焚烧基本控制污染物项目，选择控制污染物项目包括 CO、SO_2、VOCs 和 NH_3。基本控制污染物项目的排放因子必须执行标准规定。选择控制项目，由当地生态环

境主管部门根据要求选择执行。

表 19 各污染物的等标污染负荷比

污染物种类	等标污染负荷比	累积等标污染负荷比
$PM_{2.5}$	52%	52%
PM_{10}	26%	78%
NO_X	15%	93%
CO	5%	98%
SO_2	2%	100%

5.9 污染物排放要求

基于本研究对秸秆焚烧污染物排放因子的实验结果以及文献调研得到的秸秆焚烧污染物排放因子，本要求通过不同来源的污染物排放因子对比，综合得出秸秆焚烧污染物的排放因子限值。表 20 为秸秆焚烧 $PM_{2.5}$、PM_{10}、NO_X、CO、SO_2 污染物排放因子的对比，秸秆焚烧 VOCs 和 NH_3 排放因子的研究较少，相关研究结果对比见表 21。

表 20 秸秆焚烧污染物排放因子对比（g/kg）

秸秆	$PM_{2.5}$	PM_{10}	NO_X	CO	SO_2	来源
小麦	15.79	16.20	1.14	51.50	0.06	本研究实验室（初始含水率）
	13.87	15.02	1.21	60.78	0.11	本研究野外焚烧（固定采样器）
	12.76	14.67	0.70	86.30	0.22	Sahai et al. (2007)-野外
	12.10	—	2.59	65.50	0.05	Zhang et al. (2008)-实验室
	—	8.75	2.28	57.00	0.04	Cao et al. (2008)-实验室
	—	5.00	2.65	141.20	0.15	何敏（2015）-实验室
	1.60	2.46	1.94	61.57	0.35	王俊芳（2017）-实验室
	7.58	7.73	3.31	59.60	0.85	技术指南*
	15.00	15.50	2.00	60.00	0.80	本要求规定
玉米	8.55	8.62	2.34	46.86	0.03	本研究实验室（初始含水率）
	24.19	24.34	1.21	66.00	0.10	本研究野外焚烧（固定采样器）
	9.75	—	2.10	63.52	0.19	本研究野外焚烧（无人机采样）
	5.00	5.31	3.60	67.00	0.04	Cao et al. (2008)-实验室
	—	—	3.36	70.20	0.03	Zhang et al. (2008)-实验室
	—	—	2.98	70.29	2.23	Wei et al. (2012)-实验室
	11.70	—	1.34	61.90	0.45	何敏（2015）-实验室
	20.83	22.92	2.00	98.20	0.35	王俊芳（2017）-实验室
	11.71	11.95	4.30	53.00	0.44	技术指南*

	20.00	20.50	4.00	60.00	0.40	本要求规定
水稻	23.37	23.53	1.73	53.56	0.04	本研究实验室（初始含水率）
	8.01	8.29	1.20	69.00	0.13	本研究野外焚烧（固定采样器）
	—	6.28	3.43	68.00	0.18	Cao et al. (2008)-实验室
	3.30	—	1.81	64.20	0.19	Zhang et al. (2008)-实验室
	—	6.28	1.50	65.00	0.06	Daniela et al. (2012)-实验室
	6.36	7.60	3.44	30.30	0.06	Yu et al. (2012)-实验室
	—	7.57	3.52	72.40	0.15	何敏（2015）-实验室
	5.67	5.78	1.42	27.70	0.53	技术指南*
	10.00	10.50	2.00	60.00	0.40	本要求规定

*《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》（环境保护部公告 2014 年 第 92 号）

表 21 秸秆焚烧 VOCs 和 NH_3 排放因子对比（单位 g/kg）

项目	VOCs	NH_3	来源
小麦	2.90	—	本研究野外焚烧（固定采样器）
	7.00	—	Sahai et al. (2007)-野外
	7.48	0.37	技术指南*
	8.00	0.40	本要求规定
玉米	11.28	0.48	本研究野外焚烧（无人机采样）
	5.38	—	Wei et al. (2012)-实验室
	10.40	0.68	技术指南*
	12.00	0.80	本要求规定
水稻	2.80	—	本研究野外焚烧（固定采样器）
	5.14	—	Daniela et al. (2012)-实验室
	8.45	0.53	技术指南*
	8.00	0.60	本要求规定

*《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》（环境保护部公告 2014 年 第 92 号）

经过以上分析对比，本要求秸秆焚烧控制污染物项目排放因子限值执行表 22 的规定。该限值主要用于生态环境主管部门对秸秆焚烧污染物抽查监测时进行参考。

表 22 秸秆焚烧控制污染物项目排放因子限值（单位 g/kg）

项目	基本控制项目			选择控制项目			
	细颗粒物（$PM_{2.5}$）	可吸入颗粒物（PM_{10}）	NO_X	CO	SO_2	VOCs	NH_3
小麦	15.00	15.50	2.00	60.00	0.80	8.00	0.40
玉米	20.00	20.50	4.00	60.00	0.40	12.00	0.80
水稻	10.00	10.50	2.00	60.00	0.40	8.00	0.60

6 秸秆焚烧污染物监测方法

6.1 监测指标

《环境空气质量标准》（GB 3095）中规定的环境空气污染物基本项目包括 SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$，《生物质燃烧大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》中秸秆焚烧主要污染物有 SO_2、NOx、NH_3、CO、VOCs、PM_{10}、$PM_{2.5}$，本要求研究过程中得到的秸秆焚烧的基本控制污染物为 $PM_{2.5}$、PM_{10}、NOx，选择控制污染物为 CO、SO_2、VOCs、NH_3。综上，规定秸秆焚烧必测污染物指标如表 23 所示。

表 23 监测指标

必测指标	选测指标
细颗粒物（$PM_{2.5}$）	二氧化硫（SO_2）
可吸入颗粒物（PM_{10}）	挥发性有机物（VOCs）
氮氧化物（NOx）	氨气（NH_3）
一氧化碳（CO）	—
二氧化碳（CO_2）	

注：为了确定各污染物的排放因子，此处必测指标增加 CO 和 CO_2。

6.2 监测时段的选择

北方地区秸秆焚烧主要集中在 9-11 月，南方地区主要集中在 5-7 月，在此期间，生态环境主管部门可对秸秆焚烧进行抽查监测。

6.3 监测方法

6.3.1 参照点位布设

参照点按照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）中的要求布设，设置在秸秆焚烧源的上风向，距离秸秆焚烧边界不小于 2 米，以不受秸秆焚烧排放污染物影响为原则。具体可以排放源为圆心，以距排放源 2 m 和 50 m 为圆弧，与排放源成 120°夹角所形成的扇形范围内设置。如图 4 所示，由 CDEF 围成的扇形，即是设置参照点的范围。

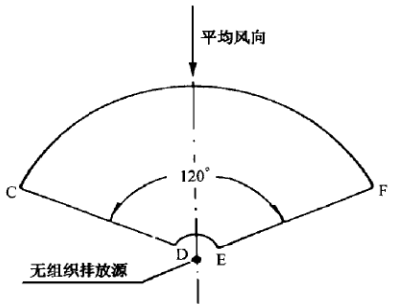

图 4 秸秆焚烧参照点位的布设

6.3.2 监测点位布设

参照《大气污染物无组织排放监测技术导则》中的要求，在无特殊因素影响的情况下，监测点应位于秸秆焚烧边界的下风向 10 m 处，设置在平均风向轴线两侧，与焚烧源形成夹角不超过风向变化标准差（±S°）的范围内，或在平均风向轴线两侧 22.5°范围内，如图 5 所示。为了使监测结果更可靠，可以设置 4 个监测点，监测结果以 4 个监测点的均值计算。

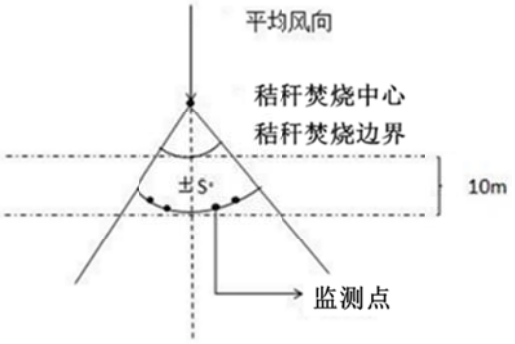

图 5 秸秆焚烧监测点位的布设

6.3.3 采样及分析方法

参考《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）和《环境空气质量标准》（GB 3095-2012），并结合秸秆焚烧的特点，制定出秸秆焚烧控制污染物的采样及测定方法，见表 24。

收集焚烧前的秸秆样品，并采用五点取样法在焚烧区域中心及四周采集焚烧后秸秆灰分样品，使用元素分析仪测定秸秆和焚烧后灰分的碳含量。

表 24 秸秆焚烧控制污染物浓度测定方法

序号	污染物项目	方法标准名称	标准编号

1	PM_{10}、$PM_{2.5}$	环境空气 PM_{10}和 $PM_{2.5}$的测定 重量法	HJ 618
		环境空气中颗粒物（PM_{10}和 $PM_{2.5}$）β射线法自动监测技术指南	HJ 1100
2	氮氧化物（NOx）	环境空气 氮氧化物（一氧化氮和二氧化氮）的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ 479
		环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法	HJ 920
3	二氧化硫（SO_2）	环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	HJ 482
		环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法	HJ 920
4	一氧化碳（CO）	空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法	GB 9801
		环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法	HJ 920
5	二氧化碳（CO_2）	环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法	HJ 920
6	挥发性有机物（VOCs）	环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附/气相色谱-质谱法	HJ 644
		环境空气 挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法	HJ 759
		环境空气 挥发性有机物的测定 便携式傅里叶红外仪法	HJ 919
7	氨气（NH_3）	环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 533
		环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534
		环境空气 无机有害气体的应急监测 便携式傅里叶红外仪法	HJ 920

6.3.4 采样时间

秸秆焚烧全过程连续采样，采样时间不少于 30 分钟，污染物浓度取采样期间的平均值。

6.3.5 污染物排放因子计值方法

（1）采用碳平衡法计算各个污染物的排放因子。其公式如下：

$$EF_{\mathrm{CO_2}} = \frac{C_f - C_a}{M} \times \left[1 + \frac{c_{\mathrm{CO}}}{c_{\mathrm{CO_2}}} \times 1.57 + \frac{c_{PM_{2.5}}}{c_{\mathrm{CO_2}}} \times 2.07\right]^{-1} \times \left(\frac{44}{12}\right) \#(1)$$

$$EF_{其他} = EF_{\mathrm{CO_2}} \times \left(\frac{c_{其他}}{c_{\mathrm{CO_2}}}\right) \#(2)$$

式中，C_f 为秸秆中碳的质量，C_a 为秸秆焚烧后灰分中碳的质量，单位为 g；M 为焚烧的秸秆质量，单位为 kg；$EF_{\mathrm{CO_2}}$为 CO_2 的排放因子，$EF_{其他}$为其他污染物的排放因子，单位为 g/kg；c_{CO}，$c_{\mathrm{CO_2}}$，$c_{\mathrm{PM_{2.5}}}$，$c_{其他}$分别为 CO，CO_2，$PM_{2.5}$ 和其它污染物的浓度，取采样期间的平均值，单位为 mg/m^3。1.57 和 2.07 分别是将 $\frac{c_{\mathrm{CO}}}{c_{\mathrm{CO_2}}}$，$\frac{c_{PM_{2.5}}}{c_{\mathrm{CO_2}}}$ 两项污染物浓度比值转换为碳浓度比值的换算系数。

（2）$\frac{c_{PM_{2.5}}}{c_{\mathrm{CO_2}}}$ 浓度比值转换为碳浓度比值的换算系数计算

CO_2 中碳质量占比为 27%。$PM_{2.5}$ 含碳组分中有机碳（OC）和元素碳（EC）占较大比例，本研究将 OC 和 EC 之和作为 $PM_{2.5}$ 中碳的质量，则 $PM_{2.5}$ 中碳质量占比为 OC，EC 质量之和与 $PM_{2.5}$ 质量的比值。本研究与文献中 $PM_{2.5}$ 及其含碳组分排放因子与占比数据如表

25 所示，由表可知，不同来源秸秆焚烧产生的 $PM_{2.5}$ 中碳质量占比的平均值为 56%，本要求即采用此均值作为秸秆焚烧污染物 $PM_{2.5}$ 中的含碳量占比，因此本要求中 $\frac{c_{PM_{2.5}}}{c_{CO_2}}$ 浓度比值转换为碳浓度比值的换算系数为 $\frac{56\%}{27\%}$ ，即 2.07。

表 25 秸秆焚烧 $PM_{2.5}$ 及其含碳组分排放因子与占比

项目	$PM_{2.5}$（g/kg）	OC（g/kg）	EC（g/kg）	OC+EC（g/kg）	（OC+EC）/$PM_{2.5}$（%）	来源
小麦秸秆	18.20	11.43	1.31	12.74	70	本研究
	0.89	0.40	0.02	0.42	47	张志高等（2017）
	0.84	0.39	0.02	0.41	49	王玉珏等（2016）
	0.90	0.39	0.02	0.42	47	王玉珏等（2016）
	12.17	6.11	0.54	6.65	55	王艳等（2018）
	8.75	3.46	0.42	3.88	44	Cao et al.（2008）
	4.71	1.23	0.52	1.75	37	Hays et al.（2005）
	11.40	5.10	0.24	5.34	47	Ni et al.（2015）
	15.00	9.30	0.71	10.01	67	Hayashi et al.（2014）
玉米秸秆	16.10	10.81	0.37	11.19	69	本研究
	1.14	0.58	0.02	0.60	53	张志高等（2017）
	1.08	0.58	0.02	0.61	56	王玉珏等（2016）
	3.67	2.18	0.59	2.77	75	王艳等（2018）
	5.31	2.25	0.95	3.20	60	Cao et al.（2008）
	12.00	6.30	0.28	6.58	55	Ni et al.（2015）
水稻秸秆	32.44	22.19	1.08	23.27	72	本研究
平均值	—	—	—	—	56	本要求规定

（3）秸秆焚烧质量 M 以焚烧面积、单位面积作物产量、相应作物草谷比三项的乘积计算。焚烧面积实地测量，单位面积作物产量以农业部门统计资料计算，作物草谷比参考《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》中的数值，具体见表 26。

表 26 各种作物的平均草谷比

序号	作物种类	草谷比	来源
1	小麦	1.718	《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南（试行）》
2	玉米	1.269	
3	水稻	1.323	
4	其它主要作物	1.5	

（4）秸秆中碳的质量 C_f 以秸秆焚烧质量 M 与秸秆中元素碳含量的乘积计算。秸秆焚

烧后灰分中碳的质量 C_a 以秸秆焚烧后的灰分质量与灰分中元素碳含量的乘积计算，秸秆焚烧后剩余灰分的质量以秸秆质量 M 的 60%-70%计算，也可根据当次焚烧的实际数据取值。

7 本要求与国内外相关标准比较

7.1 本要求与国内相关标准比较

目前我国没有关于秸秆焚烧的污染控制标准，只有一些相关的法律法规中有禁烧规定。《中华人民共和国大气污染防治法》第七十七条规定，省、自治区、直辖市人民政府应当划定区域，禁止露天焚烧秸秆、落叶等产生烟尘污染的物质。《黑龙江省大气污染防治条例》第四十五条指出，县级人民政府应当按照规定提出划定禁止露天焚烧秸秆区域的初步意见，经设区的市级人民政府确认，报省人民政府批准后向社会公布，并在禁止露天焚烧秸秆区域边界设立明显警示标志。在省人民政府批准的禁止露天焚烧秸秆区域内，禁止露天焚烧秸秆。尽管我国各地都出台了相关的禁烧规定，但秸秆露天焚烧情况仍然屡禁不止，造成一定的大气污染问题。因此，基于我国当前秸秆产生量大、综合利用途径尚不完善、无法消纳现有秸秆的现状，同时参考我国现有秸秆禁烧规定及国外相关法规标准，制定本要求，对秸秆焚烧提出具体要求。

7.2 本要求与国外相关标准比较

本要求是在调研了国外相关秸秆焚烧法律法规，综合我国情况的要求下制定的，并严于其他国家。

国外各地区对于农业废弃物的焚烧都有各自的相关规定，通过对不同地区相关法律法规的研究可以发现许多值得我们借鉴的内容。为了更好地推进我国相关法律法规的制定，本要求对国外的法规进行了深入研究分析。本要求与国外秸秆的焚烧地点、焚烧量、干燥条件、焚烧时段等进行了比较，见表 27。在秸秆的焚烧地点上，本要求规定的更为详细，在秸秆的焚烧量上，本要求严于美国、英国、加拿大。在秸秆的干燥条件上，本要求与美国加利福尼亚州相似，但是比加利福尼亚州更为详细。在秸秆的焚烧时段上，本要求严于美国、英国、加拿大。

表 27 本要求与国外标准的比较

项目	本要求	英国	加拿大	美国								
		威尔士	马尼托巴省	加利福尼亚州	加州圣地亚哥市	加州门多西诺县	加州圣路易斯奥比斯波县	加州蒂哈马县	俄亥俄州	康乃狄克州	北卡罗来纳州	印第安纳州
焚烧地点	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。 距离医疗机构 800 m 以上，距餐馆、学校、商店 300 m 以上、距居民区 150 m 以上可以焚烧。	距居民区 50 米以上，公共道路 100 米以上	——	——	——	——	——	——	距餐馆、学校、住宅、商店等建筑物 300 米以上	距离林地 30 m 以上，林地附近的草地不得焚烧	——	火点应远离任何燃料储存区或管道 150 米以上
焚烧量	单次焚烧面积不得超过 5 公顷	单次焚烧量不得多于 20 公顷	——	不造成大气污染物超标即可	——	——	——	——	单次不超过 100 立方米	——	单次不超过 28 立方米	小于等于 28 立方米，一次只能燃烧一堆
焚烧方式	玉米秸秆采用竖直堆垛方式焚烧，小麦和水稻秸秆，应收集后松散堆垛焚烧	——	——	堆垛或平铺	——	——	明燃	——	明燃	——		——
干燥条件	秸秆散铺于农田中焚烧，需至少干燥 3 天以上，若秸秆收割后以堆垛方式焚烧，需至少干燥 10 天以上	——	——	平铺秸秆需干燥 3 天；堆垛秸秆需干燥 10 天。	大田作物废物和其他类似农业废弃物需干燥 15 天	大田作物和杂草应干燥 7 天。只有在提交可接受的证据表明要燃烧的材料含水率低于 25%时，空气污染管制专员才可豁免最低干燥期	所有农业废弃物应在适当位置燃烧或堆放松散，无污垢和表面干燥。玉米秸秆等需干燥 10 天	秸秆类（除水稻秸秆）干燥 7 天；水稻秸秆干燥 10 天以上，若在 10 天之内焚烧，稻草在燃烧前要能折断，出现断裂或裂纹，否则不能烧	能维持明燃状态	——	——	——
焚烧时段	大气稳定度为 A、B、C 类，风速大于 2 m/s，相对湿度低于 65%	工作日日间	禁止夜间焚烧。在 8.1-11.15 期间焚烧秸秆，要有燃烧许可证，焚烧时间为 11 点至日落前 2 小时；在 11.16-7.31 期间焚烧秸秆，焚烧时间为日出至日落	除禁烧日外，10:00-17:00	白天焚烧，冬季早上 8 点之前不允许点火；夏季早上 7 点之前不得点火。焚烧应在每天的日落时消灭	当地节日期间不可焚烧秸秆	日出后-日落前 2 小时	10:00-17:00，之后不允许进行燃烧	日间，有利气象条件，预警期间禁烧	10:00-17:00，且在 17:00 之前要燃烧完全，风速 2.2-6.7m/s	8:00-18:00	只能在白天进行焚烧，且需在日落之前，大风、逆温不得焚烧
焚烧许可证	——			焚烧前申请，且在过去 3 年没有违反燃烧规定。按要求维持防火状态	要有燃烧许可证	要有燃烧许可证	要有燃烧许可证	要有燃烧许可证	在人口密集区焚烧，需提前 10 个工作日申请	要有燃烧许可，并提前通知消防部门		

8 实施本要求的环境效益及经济技术分析

8.1 实施本要求的环境效益

秸秆焚烧污染控制的环境效益主要从改善空气质量和污染物减排潜力两个方面考虑。

在空气质量方面，实施本要求前，虽然国家明确了规定禁烧秸秆，但是人们并没有严格遵守，总是在管理松懈的夜间或其他时刻对秸秆进行焚烧，而夜间往往是大气扩散条件不好的时候，因此导致污染物严重超标，造成了严重的大气污染。实施本要求后，秸秆在相对良好的气象条件下进行焚烧，有利于污染物的扩散，稀释，可降低大气污染物浓度。

在减排潜力方面，在对我国秸秆焚烧面源污染控制技术研究的基础上，以秸秆的焚烧比例、秸秆含水率、秸秆焚烧堆放方式的管理作为减排措施，以 2015 年为基准年，构建减排潜力模型，经过相应的减排潜力计算，得出：

（1）当控制秸秆的焚烧比例时，将原焚烧比例大于 5%的地区，按减少至 5%计算，原焚烧比例低于 5%的则焚烧比例不变，可以得到各污染物排放量都大幅减少，$PM_{2.5}$、PM_{10}、CO、SO_2、NO_X总减排量分别为 79.3%、79.0%、78.1%、84.4%和 76.8%左右。

（2）当控制焚烧秸秆的含水率时，以秸秆的含水率 30%为基准，控制秸秆含水率从 30%降到 10%，则 $PM_{2.5}$、PM_{10}、CO、SO_2 总减排量达 43%、43%、27%、31%左右，NO_X 减排不明显。

（3）改变秸秆焚烧的堆放方式时，以堆垛方式为基准，将焚烧方式改为平铺式，则 $PM_{2.5}$、PM_{10}、SO_2、NO_X 总减排量分别为 31%、30%、49%和 9%左右，CO 总减排量不大。

8.2 实施本要求的经济技术分析

秸秆焚烧需要政府和人民共同协作，相互支持，才能对秸秆焚烧污染进行有效控制。本要求实施后，秸秆焚烧在相对较好的气象条件及可控的焚烧条件下进行，产生的污染物浓度大大低于目前秸秆焚烧的污染物排放量，一方面降低了秸秆焚烧对大气环境的污染，另一方面也减少了国家在秸秆禁烧管理方面投入的大量人力物力和费用，而且符合我国当前秸秆综合利用尚无法全面覆盖的实际情况。

9 标准的实施与监督

9.1 行政监督

本要求由县级及以上生态环境主管部门负责监督实施。

9.2 标准实施

本要求的监督监测由县级及以上生态环境主管部门负责实施。省、自治区、直辖市人民政府对执行秸秆焚烧污染控制标准不能达到本地区环境功能要求时，可以制定严于本要求的地方标准，并上报国家生态环境主管部门备案。

参考文献

[1] Air Resources Board. California Code of Regulations, Title 17 [S]. 2001.

[2] Ohio Division of Air Pollution Control. Particulate Matter Standards OAC3745-17 [S]. 2009.

[3] Iowa. Open burning, 567-23.2(455B) [S]. 2005.

[4] London：Minister of Agriculture, Fisheries and Food. The Crop Residues (Burning) Regulations, S.I.1993/1320 [S]. 1993.

[5] 覃诚, 毕于运, 高春雨, 等. 美英加农作物秸秆计划焚烧法规及其经验启示[J]. 世界农业, 2018(11): 65-70.

[6] 彭立群, 张强, 贺克斌. 基于调查的中国秸秆露天焚烧污染物排放清单[J]. 环境科学研究, 2016, 29(08): 1109-1118.

[7] 中华人民共和国生态环境部. 环境空气质量标准(GB 3095-2012)[S]. 2012.

[8] 中华人民共和国生态环境部. 《生物质燃烧源大气污染物排放清单编制技术指南》, 2015.

[9] 杨怀荣, 刘茂, 刘付衍华. 利用 CALPUFF 对安徽和河南秸秆焚烧的模拟与研究[J]. 环境科学研究, 2010, 23(11): 1368-1375.

[10] 加利福尼亚州蒂黑马县空气污染控制区. 《Regulation III-Agricultural Burning》, https://www.arb.ca.gov/DRDB/TEH/CURHTML/R3-1.PDF.

[11] 姚青, 刘敬乐, 蔡子颖等. 天津大气稳定度和逆温特征对 $PM_{2.5}$ 污染的影响[J]. 中国环境科学, 2018, 38(08): 2865-2872.

[12] 国家环保总局. 环境空气质量监测规范 (试行)[S]. 2007.

[13] 国家环保总局. 大气污染物无组织排放监测技术导则(HJ/T 55)[S]. 2000.

[14] Li X, Wang S, Duan L, et al. Particulate and Trace Gas Emissions from Open Burning of Wheat Straw and Corn Stover in China [J]. Environmental Science & Technology, 2007, 41(17): 6052-6058.

[15] Sahai S., Sharma C., Singh D P., et al. A study for development of emission factors for trace gases and carbonaceous particulate species from in situ burning of wheat straw in agricultural fields in India [J]. Atmospheric Environment, 2007, 41(39): 9173-9186.

[16] Zhang H., Cheng Y T., Chen J., et al. A laboratory study of agricultural crop residue combustion in china: emission factors and emission inventory [J]. Atmospheric Environment, 2008, 42(36): 8432-8441.

[17] Cao G., Zhang X., Gong S., et al. Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning [J]. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1): 50-56.

[18] 何敏, 王幸锐, 韩丽, 等. 四川省秸秆露天焚烧污染物排放清单及时空分布特征[J]. 环境科学, 2015, 36(4): 1208-1216.

[19] 王俊芳. 生物质秸秆露天焚烧污染物排放特性及排放规模研究[D]. 浙江大学, 2017.

[20] Wang H., Zhu B., Shen L., et al. Size distributions of aerosol and water-soluble ions in Nanjing during a crop residual burning event [J]. Journal of Environmental Sciences, 2012, 24(8): 1457-1465.

[21] Duan F., Yu L T., Cachier H. Identification and estimate of biomass burning contribution to the urban aerosol organic carbon concentrations in Beijing [J]. Atmospheric Environment, 2004, 38(9): 1275-1282.

[22] Yu T Y., Lin C Y., Chang L F. W. Estimating air pollutant emission factors from open burning of rice straw by the residual mass method [J]. Atmospheric Environment, 2012, 54(4): 428-438.
[23] 张志高，刘星光，张宏亮. 农作物秸秆燃烧对 $PM_{2.5}$ 排放影响因子的研究[J]. 科技通报，2017, 033(007): 249-252.
[24] 王玉珏，胡敏，王渝，等. 秸秆燃烧排放 $PM_{2.5}$ 特征及影响因素研究[J]. 化学学报，2016, 74(4): 356-362.
[25] 王艳，郝炜伟，程轲，等. 秸秆露天焚烧典型大气污染物排放因子[J]. 中国环境科学，2018, 38(6): 2055-2061.
[26] Cao G, Zhang X, Gong S, et al. Investigation on emission factors of particulate matter and gaseous pollutants from crop residue burning [J]. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1): 50-55.
[27] Ni H, Han Y, Cao J, et al. Emission characteristics of carbonaceous particles and trace gases from open burning of crop residues in China [J]. Atmospheric Environment, 2015, 123: 399-406.
[28] Hays M D, Fine P M, Geron C D, et al. Open burning of agricultural biomass: Physical and chemical properties of particle-phase emissions [J]. Atmospheric Environment, 2005, 39(36): 6747-6764.
[29] Hayashi K, Ono K, Kajiura M, et al. Trace gas and particle emissions from open burning of three cereal crop residues: Increase in residue moistness enhances emissions of carbon monoxide, methane, and particulate organic carbon [J]. Atmospheric Environment, 2014, 95(1): 36-44.
[30] Shen G, Yang Y, Wang W, et al. Emission factors of particulate matter and elemental carbon for crop residues and coals burned in typical household stoves in China [J]. Environmental Science &Technology, 2010, 44(18): 7157-7162.