

碳达峰、碳中和背景下黄石市农作物秸秆的综合利用

吴宏涛^{1a, 1b}, 李锦伦², 金焰², 石文龙², 尹波², 文惠子^{1a}, 马啸^{1a}, 周香君^{1a}

(1.湖北师范大学a.城市与环境学院, b.污染物分析与资源化技术湖北省重点实验室, 湖北黄石435002; 2.湖北省生态环境厅黄石生态环境监测中心, 湖北黄石435000)

摘要：为推进农作物秸秆禁烧，促进秸秆高质量综合利用，对黄石市的秸秆综合利用现状和对策进行了分析和探讨。研究发现，近几年黄石市的秸秆综合利用率为92%，秸秆的收集和储运体系不完善，且缺乏资金、技术和项目支持；另一方面，亦存在当地农户环保意识不强、秸秆焚烧屡禁不止、秸秆禁烧监控机制不完善等问题。基于此，提出了加强秸秆禁烧和综合利用宣传、制定地方秸秆禁烧法律、改革秸秆焚烧监控机制、完善秸秆“收—储—运—用”体系等对策，以促进当地农业的低碳经济发展，实现碳达峰、碳中和目标。

引言

2020年9月，习近平主席在第75届联合国大会一般性辩论上宣布：“中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取于2060年前实现碳中和[1]”。随后，碳达峰、碳中和被纳入中国生态文明建设整体布局。中国碳达峰、碳中和目标的制定将对全球乃至全球的农业发展格局产生深远影响。

农业低碳经济是实现中国碳达峰、碳中和目标的重要一环[2]，也为中国农业废弃物资源综合利用的发展指明方向。中国是世界第一大农作物秸秆产生国[3]，秸秆年产生量达90000万t。但值得注意的是，其露天焚烧量占18.59%[4]。农作物秸秆露天焚烧不仅污染空气，而且直接导致大量碳排放，给中国碳达峰、碳中和目标的实现带来一定的挑战。按照赵建宁等[5]和石祖梁等[6]提出的碳排放因子计算，每年中国秸秆露天焚烧排放的碳量达10500万t。推进秸秆禁烧、促进秸秆综合利用是农业领域落实中央碳达峰、碳中和部署的重要举措。

据统计，黄石市的秸秆年产量约85万t，秸秆综合利用率为92%。但是，仍存在着利用方式单一、秸秆露天焚烧造成空气污染等问题。因此，对黄石市农作物秸秆综合利用现状和对策进行研究，可推进黄石市农作物秸秆高质量利用，助力碳达峰、碳中和目标的实现。

1 黄石市农作物秸秆的综合利用现状

2018-2019年黄石市的秸秆产生及综合利用情况见表1。由表1可见，大冶市、阳新县秸秆产量分别占全市秸秆总产量的37%~41%和56%~60%，是黄石市秸秆的主要产地。2018年和2019年，全市的秸秆综合利用量分别约为63.41万t和59.82万t，综合利用率分别为92.00%和91.63%，与当地秸秆综合利用率95%的目标尚存在一定差距。

表1 2018—2019年黄石市的秸秆产生及综合利用情况

区域	秸秆产生量/t		秸秆可收集量/t		秸秆利用量/t		综合利用率	
	2018年	2019年	2018年	2019年	2018年	2019年	2018年	2019年
大冶市	364 259.14	298 855.36	300 474.88	245 720.39	278 681.03	225 690.70	92.75%	91.85%
西塞山区	1 969.66	1 801.67	1 425.51	1 733.13	1 333.16	1 615.60	93.52%	93.22%
经济技术开发区	24 569.72	28 390.92	18 311.48	24 128.15	16 401.03	22 222.96	89.57%	92.10%
阳新县	499 900.62	488 370.70	369 079.22	381 263.79	337 726.60	348 657.78	91.51%	91.45%
合计	890 699.14	817 418.65	689 291.09	652 845.46	634 141.82	598 187.04	92.00%	91.63%

注：秸秆综合利用率(%) = (秸秆利用量/秸秆可收集量) × 100%。

2018-2019年黄石市的秸秆五料化利用量如图1所示。由图1可知，黄石市秸秆综合利用的首要途径为肥料化（即秸秆还田），占秸秆可收集量的77.13%~77.57%；其次为燃料化，占秸秆可收集量的10.96%~11.72%；饲料化、基料化途径利用量分别占秸秆可收集量的2.31%~3.04%和0.43%~0.47%；秸秆原料化利用途径仍未实现零的突破。可见，黄石市秸秆综合利用途径较为单一。

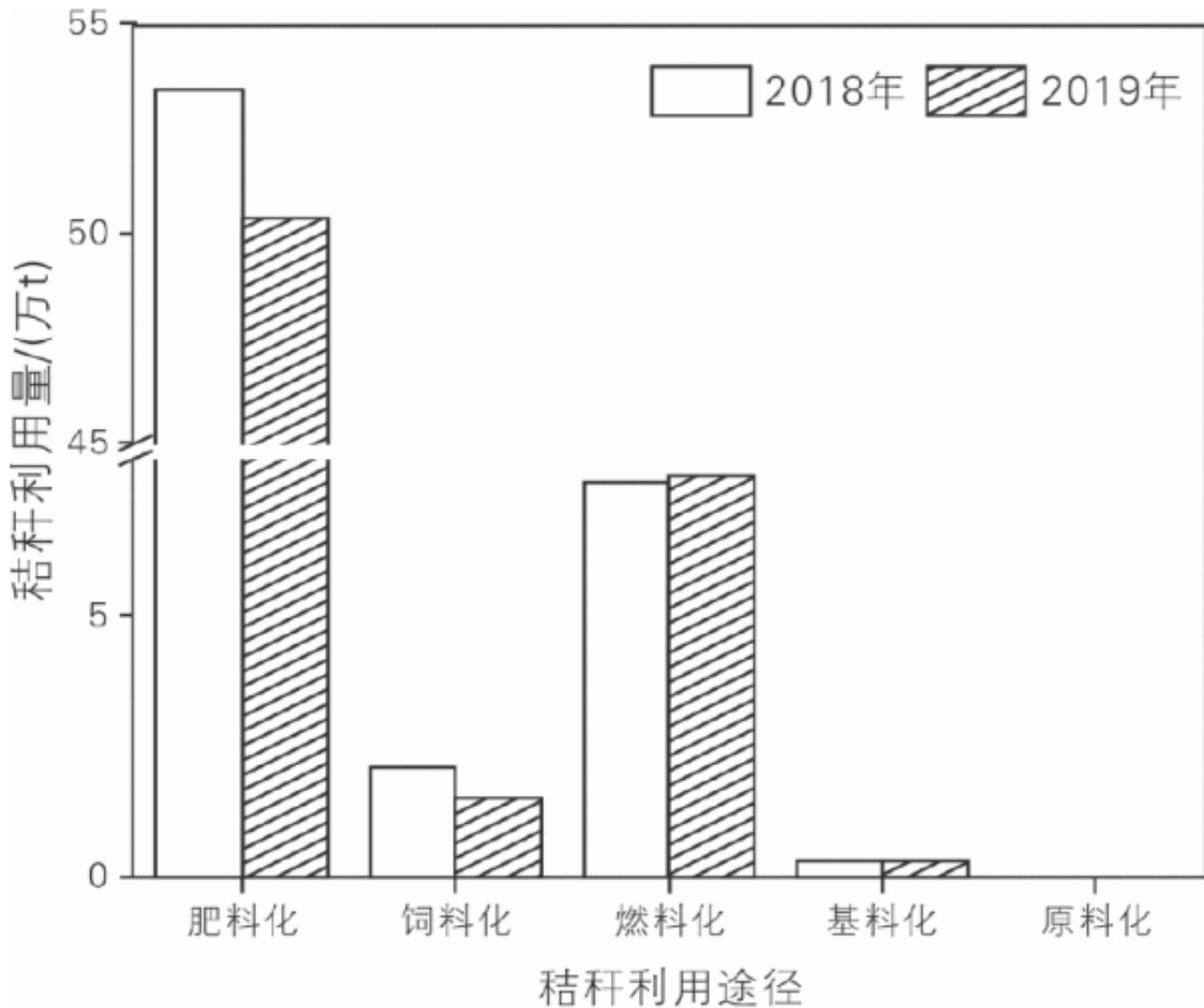


图 1 2018—2019 年黄石市的秸秆五料化利用量

2黄石市农作物秸秆综合利用存在的问题

2.1 秸秆露天焚烧屡禁不止

近年来，黄石市在秸秆禁烧宣传方面开展了大量的工作，充分发挥舆论导向作用，借助黄石市农业信息网、“科技三下乡”“科普宣传周”等特色载体，将拉横幅、贴标语、办讲座、送资料等多种形式结合起来，把有关宣传资料发送到乡镇、村组，将秸秆禁烧工作的重要性深入传播下去，一定程度上增强了农户的生态环保理念。但是，仍有少数农户的生态环保意识淡薄，秸秆露天焚烧现象仍时有发生。2017-2019年黄石市秸秆露天焚烧无人机巡检结果见表2[7-9]。由表2可见，2017—2019年，黄石市在夏收和秋收季节均出现多次秸秆露天焚烧现象。尤其是2019年，该市火点或黑斑个数、焚烧面积和焚烧强度均较前2年大幅提升。

表 2 2017—2019 年黄石市秸秆露天焚烧无人机巡检结果

年份	夏季		秋季		合计		巡查面积 /km ²	焚烧强度 /(m ² /km ²)
	火点或黑斑 /个	焚烧面积 /m ²	火点或黑斑 /个	焚烧面积 /m ²	火点或黑斑 /个	焚烧面积 /m ²		
2017	-	-	-	-	92	88 118	2 628	33.53
2018	18	523	60	42 825	78	43 348	1 594	29.01
2019	31	1 412	186	465 640	217	467 052	3 209	145.54

2020年，湖北省环境保护委员会、湖北省生态环境厅也多次对黄石市当年秸秆露天焚烧情况进行了通报。导致黄石市秸秆焚烧屡禁不止的原因主要有以下3个。

- 1) 部分农户缺乏生态环保和秸秆综合利用意识。部分农户为了赶农时、抢播种、图省事，直接将秸秆焚烧于田间，对秸秆焚烧带来的资源、环境和安全等问题缺乏认识；有些农户仍本着秸秆焚烧可向土壤补充钾肥的观念，肆意焚烧秸秆；还有一些农户认为，秸秆综合利用比较繁琐、成本高，对秸秆进行综合利用的意愿和积极性不高。
- 2) 秸秆禁烧相关立法滞后。目前，黄石市未就秸秆焚烧进行专项立法，各地进行秸秆禁烧执法的依据为《中华人民共和国大气污染防治法》第119条，即对露天焚烧秸秆可处500~2000元罚款。这种处罚对违法者的震慑力度较小，导致各级政府执法困难。
- 3) 秸秆资源化途径有限。秸秆综合利用是系统工程，涉及秸秆收集、储运、利用方式和技术等各方面，任何一方面存在瓶颈或不完善之处，均会对秸秆综合利用产生影响。事实上，当前黄石市秸秆综合利用体系存在诸多不完善之处。当地将秸秆还田作为秸秆综合利用的主要途径这一现状即反映了该问题。

2.2 秸秆禁烧监控机制有待进一步完善

近年来，黄石市在秸秆露天焚烧监测和监控方面取得了较大进展，但仍存在如下不足。

- 1) 当地秸秆焚烧范围广，造成秸秆禁烧行政管理成本高且效率低。
- 2) 利用卫星遥感技术一定程度上提高了监管效率，但目前国土、生态环境和气象部门的卫星遥感业务技术和设备尚未形成合力，不能及时监控秸秆焚烧态势。遥感卫星的监控效果受天气因素的影响，可能无法准确捕捉云覆盖下的火点，造成漏报和误报[10]。
- 3) 采用无人机技术监测秸秆焚烧弥补了卫星遥感小范围内精度低的缺陷，提高了执法效率[11]。但是，目前无人机巡查秸秆禁烧工作仍存在着监测火点信息不准确、精度不高、受天气影响大、监管成本高与效率低等问题[12]。

2.3 秸秆综合利用途径单一、缺乏技术

目前，秸秆肥料化、能源化、工业原料化、饲料化以及基料化利用5种方式对农户而言均存在投入高、效益低、费时费力等问题，秸秆综合利用途径很难落实。由于黄石市的牛、羊等草饲牲畜养殖比重很小，食用菌产业尚不发达，工业原料开发处于空白，能源转化市场前景不明，秸秆综合利用途径主要为秸秆还田，利用方式单一，限制了秸秆综合利用工作的发展，亟待拓宽除肥料化以外的其他秸秆综合利用渠道。

随着种植业结构调整，传统作物逐渐向经济作物转变，而后者对秸秆还田的技术要求较高。此外，田间管理尚不完善，缺乏有效措施使还田后的秸秆充分降解，甚至因疏于管理而造成农田病虫害增加[13]。

秸秆能源化仍存在诸多问题。例如，采用空气煤气制气法热解秸秆所得的气体热值低（约5000kJ/m³），并且存在焦油污染、安全性低、使用成本高等问题[14]；秸秆生物质发电存在建设成本高、机组热效率低、上网电价无优势、秸秆收集和储运成本高等问题[15]。

国内在秸秆发酵工艺、发酵秸秆饲料营养等方面的研究尚显不足，且研究多集中于反刍家畜。目前，对饲料品质的评价主要基于其物化性质，而忽视了生物指标，评价体系尚不完备[14]。

秸秆基料化对秸秆种类要求较高，一般仅玉米秸秆可作为基料使用，水稻、油菜等其他秸秆的使用受限[16]。而黄

石市的农作物秸秆以水稻和小麦秸秆为主，这是导致当地秸秆基料化利用率低的主要原因。此外，秸秆基料化配方单一，难以适用于多种菌类，这限制了该利用途径的大范围应用[17]。

2.4 秸秆收集储运体系不完善

秸秆收获具有明显的季节性，其收集、储存和运输等环节往往制约着其大规模利用[18]。目前，黄石市秸秆收储配套设施缺乏，仅少数几家企业打造了农作物秸秆“收—储—运—用”一条龙的样板，这制约着秸秆资源化产业的发展。

2.5 配套资金和项目缺乏，辐射带动作用不强

2019年，黄石市获批国家首批秸秆综合利用项目，成功将3家公司打造成农作物秸秆“收—储—运—用”一条龙的样板，初步探索出秸秆与畜禽粪便混合发酵厌氧堆肥等生态模式，取得了一定的辐射作用。2020年，黄石市顺利争取到第2批国家秸秆综合利用项目，总金额200万元，计划再打造一批农作物秸秆综合利用示范样板。但总体来看，黄石市在秸秆综合利用方面争取的国家和社会资金以及项目规模仍较小，缺少龙头企业带动。

3 黄石市农作物秸秆综合利用对策

秸秆综合利用和秸秆禁烧相辅相成。提高黄石市农作物秸秆综合利用水平，既要进一步加强秸秆露天焚烧管控，减少秸秆焚烧碳排放量，也要大力寻找秸秆综合利用的出口。

3.1 加强秸秆禁烧和综合利用宣传，制定奖惩措施

针对少数农户生态环保理念淡薄的问题，当地政府各有关部门和新闻媒体应进一步强化秸秆禁烧和综合利用的宣传力度，利用主流及新兴媒体、农业特色载体，开展形式多样、贴近群众生活的秸秆禁烧宣传，充分发挥新闻媒介和农业农村部门的舆论导向作用，增强农户们对秸秆禁烧和综合利用的认知水平和参与意识。具体而言，要结合农村实际，采用多种方式（如广播、电视、宣传报刊、新兴媒体等）宣传秸秆焚烧的危害及秸秆综合利用的益处，改变农户们的传统观念。宜采用农户们喜闻乐见的宣传形式，语言应接地气、草根化，宣传内容应贴近群众、通俗易懂。也可以考虑印制秸秆禁烧、秸秆综合利用相关宣传画或者制作以秸秆禁烧、秸秆综合利用为主题的挂历向群众发放。建议区（县）级领导及区（县）直部门、乡镇和乡镇干部、村干部实行包保责任制，包地块、包农户，从上至下层层压实任务。

此外，应制定相应的奖惩措施，对在秸秆禁烧和秸秆综合利用方面有突出贡献的单位和个人给予奖励，对违反秸秆焚烧禁令的予以惩罚。

3.2 加强秸秆禁烧立法并严格执法

秸秆禁烧相关地方立法可借鉴国内外的先进做法。例如，浙江省嘉兴市于2016年率先在省内出台了秸秆禁烧和综合利用的地方性法规——《嘉兴市秸秆露天焚烧和综合利用条例》，对当地秸秆禁烧工作起到了至关重要的作用；美国农业焚烧管理部门对秸秆焚烧初犯者会处以违法罚款，并强制违法者参加培训班，对其违法行为进行教育，对多次违法者，会加重处罚，并取消其在一定年限内享受国家农业补贴的资格，对妨碍执法者可行政拘留，情节严重、构成犯罪的，会移交司法机关处理[19]。

3.3 完善秸秆露天焚烧监控机制

1) 根据秸秆露天焚烧时空特征，进行全面和重点相结合的秸秆露天焚烧监控。进行秸秆禁烧管理时，应结合物候节律，以降低管理成本、提高效率。黄石市秸秆露天焚烧主要发生在大冶市和阳新县，涉及面积广。因此，对两地农村应进行全面的监控。两地秸秆露天焚烧也具有明显的时空分布特征。在时间上，秋收期间的火点数明显多于夏收，特别是9月和11月份；在空间上，大冶市火点数高于阳新县，尤其是大冶市汪仁镇、还地桥镇等地火点数较多，阳新县的浮屠镇、排市镇、率洲农场等地火点数也较多，且焚烧过火面积均较大。对于上述秸秆露天焚烧重点地区，要进行重点监控，及时掌握秸秆焚烧状况。黄石市已于2020年11月建成了全市秸秆禁烧智能视频监控预警系统，对全市20个秸秆焚烧高发区点位进行重点监控，在完善秸秆露天焚烧监控机制方面迈出重要的一步。

2) 多部门联合，用好先进监控技术，及时、精准掌控秸秆焚烧态势。目前使用的先进监控技术主要包括卫星遥感和无人机巡查。为用好卫星遥感技术，需要多部门联合，建立完备的联动机制和无缝隙监管机制。根据各部门业务技

术特点，建立分工协作、任务明确的监督机制，统一发布卫星遥感秸秆焚烧信息，实现秸秆禁烧巡查和监管更加有效和精准。针对无人机航拍监控秸秆焚烧存在的不足，应进一步开发高精度、适应性强、低成本的无人机巡查、监管技术。

3.4制定秸秆综合利用规划

当地政府应制定秸秆综合利用的近期和中长期规划，明确目标和任务。各级政府应安排专项资金，支持秸秆综合利用产业发展，可有效地利用乡村振兴的时机，指导农户对秸秆资源进行高质量利用。

3.5完善秸秆收集、储运体系

当地可紧紧围绕秸秆收集、转运、加工、存放和服务等环节，建立完整的农作物秸秆综合利用收储管理体系。可借鉴河南省、安徽省等地的先进做法，建立2种收集储运模式（即以规模化企业为龙头、专业合作经济组织为骨干的秸秆收储运模式；以农村专业合作经济组织和农民经纪人队伍为纽带的秸秆收储运模式），紧抓三大关键环节（即秸秆田间处理系统、发展专业合作经济组织；农民经纪人队伍；秸秆收储中心建设）[20-21]。当地可在秸秆资源丰富的大冶市和阳新县建立以乡镇为单位的秸秆收购站点，并充分利用当地生物质发电等秸秆综合利用规模化企业，建设多个秸秆收储中心；进一步提升秸秆捡拾、打捆、运输、储存机械化程度，提高秸秆收集储运综合服务水平。

3.6强化科技支撑作用，促进秸秆综合利用

加强秸秆综合利用的研发力度，开发实用性技术，通过示范村、乡（镇）的建设，带动区域整体秸秆综合利用水平。研发和运用适合于田间使用、可移动的秸秆粉碎加工工艺及装置，粉碎后的秸秆可用作有机肥或胶合板生产原料。积累先进田间管理经验，促进秸秆腐化进程，加强病虫害防治。结合黄石市能源产业分布实际，充分利用生物质电厂消纳秸秆，探索燃煤电厂掺烧秸秆技术，规划建设燃煤—生物质耦合气化发电项目，开发高效、低成本生物质发电新工艺，合理调配秸秆资源。

3.7完善秸秆综合利用配套产业，拓宽秸秆利用途径

目前，黄石市秸秆利用产业链条尚未建立，缺乏企业和社会资本投资及龙头企业带动。可以从以下3个方面开展工作，促进秸秆综合利用配套产业发展，拓展秸秆综合利用的出口。

1) 促进秸秆收储运和初加工产业、综合利用技术和信息服务业等配套服务业发展。如前所述，建立完整的农作物秸秆综合利用收储管理体系，为秸秆收集储运提供综合服务，发展壮大秸秆初加工企业；支持秸秆综合利用技术研发，并开展技术推广服务，如进行技术指导、示范、培训和咨询等；建立全市秸秆资源及综合利用信息网站，为秸秆综合利用提供数据支撑。

2) 促进秸秆综合利用装备产业发展。推进适合各种作业环境的秸秆捡拾打捆机、还田粉碎机规模化应用，提升秸秆收集储运设备水平；以畜禽养殖产业为依托，积极发展秸秆饲料加工机械；加快发展秸秆沼气发酵、秸秆气化、秸秆固体成型等资源化利用装备；鼓励秸秆制乙醇、板材等秸秆原料化产业发展。

3) 以项目为抓手，办好各类秸秆综合利用样板，进一步扩大辐射带动作用。应进一步争取上级资金，建立和完善秸秆利用产业链条及秸秆利用的商业模式，提高企业和社会资本投资秸秆开发利用项目的积极性。

4结束语

在国家碳达峰、碳中和背景下，黄石市应进一步加大农作物秸秆禁烧力度，减少农作物秸秆直接焚烧的碳排放量，提高秸秆综合利用水平。政府各有关部门和新闻媒体应进一步加大秸秆综合利用和禁烧的宣传工作力度，制定和落实奖惩制度；借鉴其他城市秸秆禁烧立法情况，尽快出台本地相关法律法规；根据秸秆露天焚烧时空特征，进行全面和重点相结合的秸秆露天焚烧监控，进一步整合各部门资源，多部门联合，用好先进监控技术，及时、精准掌控秸秆焚烧态势；从完善秸秆收集和储运体系、制定秸秆综合利用目标和规划、强化科技支撑、完善秸秆综合利用配套产业等方面促进秸秆综合利用。

参考文献

[1] 习近平. 继往开来，开启全球应对气候变化新征程：在气候雄心峰会上的讲话[N]. 人民日报，2020-12-13（1）.

- [2]白暴力,程艳敏,白瑞雪.新时代中国特色社会主义生态经济理论及其实践指引——绿色低碳发展助力我国“碳达峰、碳中和”战略实施[J].河北经贸大学学报,2021,42(4):26-36.
- [3]龚世飞,郭元平,叶青松,等.湖北省农作物秸秆焚烧释放碳量的估算[J].湖北农业科学,2020,59(6):60-63.
- [4]涂心萌,杨绪红,张景源,等.2014-2019年中国秸秆焚烧火点的地理特征分析[J].地理研究,2020,39(10):2379-2390.
- [5]赵建宁,张贵龙,杨殿林.中国粮食作物秸秆焚烧释放碳量的估算[J].农业环境科学学报,2011,30(4):812-816.
- [6]石祖梁,贾涛,王亚静,等.我国农作物秸秆综合利用现状及焚烧碳排放估算[J].中国农业资源与区划,2017,38(9):32-37.
- [7]湖北省环境保护委员会办公室.省环委会办公室关于2017年全省农作物秸秆露天禁烧和综合利用工作情况的通报[EB/OL].(2018-01-12)[2021-07-08].http://sthjt.hubei.gov.cn/hjsj/ztl/jgltjs/zcdd/201801/t20180112_594710.shtml.
- [8]湖北省环境保护委员会办公室.省环委会办公室关于2018年全省农作物秸秆露天禁烧和综合利用工作情况的通报[EB/OL].(2019-01-16)[2021-07-08].http://sthjt.hubei.gov.cn/hjsj/ztl/jgltjs/zcdd/201901/t20190116_594713.shtml.
- [9]湖北省环境保护委员会办公室.省环委会办公室关于2019年全省农作物秸秆露天禁烧工作情况的通报[EB/OL].(2020-01-13)[2021-07-08].http://sthjt.hubei.gov.cn/hjsj/ztl/jgltjs/zcdd/202001/t20200113_1911165.shtml.
- [10]姜海玲,杨胜杰,张秀华,等.秸秆焚烧遥感监测及空气污染防治对策[J].湖北农业科学,2017,56(20):3841-3844.
- [11]魏鑫.无人机航拍监测秸秆焚烧技术的发展及前景[J].电子世界,2017(4):15-16.
- [12]姜男.基于MODIS遥感影像监测秸秆焚烧的探讨[J].工程建设与设计,2017(12):206-207.
- [13]陈云峰,夏贤格,杨利,等.秸秆还田是秸秆资源化利用的现实途径[J].中国土壤与肥料,2020(6):299-307.
- [14]翁伟,杨继涛,赵青玲,等.我国秸秆资源化技术现状及其发展方向[J].中国资源综合利用,2004(7):18-21.
- [15]许文秀,吴金卓,张珊珊.秸秆发电企业燃料运输成本核算及优化分析[J].交通科技与经济,2019,21(1):70-74.
- [16]汪文凯.新河镇农作物秸秆综合利用现状及对策建议[J].基层农技推广,2020,8(4):111-112.
- [17]樊利.常州市农作物秸秆资源化利用调查与评价研究[D].南京:南京农业大学,2016.
- [18]钱玉婷,张应鹏,杜静,等.江苏省秸秆综合利用途径利弊分析及收储运对策研究[J].农业工程学报,2019,35(22):154-160.
- [19]覃诚,毕于运,高春雨,等.美国农业焚烧管理对中国秸秆禁烧管理的启示[J].资源科学,2018,40(12):2382-2391.
- [20]袁梅.河南省秸秆综合利用途径与对策[J].地域研究与开发,2013,32(6):145-148.
- [21]吴礼友.池州市贵池区农作物秸秆禁烧及综合利用对策[J].安徽农业科学,2018,46(6):62-65.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/183268.html>