

# 国外秸秆变废为宝再利用概览

## Overview of waste straw recycling in foreign countries

■文 / 张庆阳 高原

### 一、概述

秸秆是成熟农作物茎叶部分的总称。通常指小麦、水稻等农作物在收获籽实后的剩余部分。一般产1斤粮食会产生1.1-1.2斤秸秆。秸秆处理一直是农民心中的一个大问题。过去农村做饭，秸秆是主要燃料。现在农村生活条件改善了，用上了液化气或煤，做饭不用秸秆了。村里的青壮劳力都外出打工，收拉运秸秆得花钱雇人，处理秸秆成了农民的“烫手山芋”，为了赶农时、省事，常常把秸秆烧掉。

秸秆产生的浓烟中二氧化硫的浓度比正常大气高出1倍，可吸入颗粒物的浓度高出3倍。若大气处于静稳状态，会导致局地空气污染。夏收、秋收期间秸秆集中焚烧，除增加了区域空气污染外，还会引起局地高速公路关闭、飞机停飞等社会问题。禁止焚烧秸秆，综合再利用势在必行。

秸秆是仅次于煤炭、石油和天然气的第四大能源，中国是粮食生产大国，也是秸秆生产大国，年产秸秆7亿多吨，占全世界秸秆总量的20%-30%。在世界能源总消费量中占14%。秸秆为低碳燃料，硫含量、灰含量均比煤炭低，是一种很好的清洁可再生能源。每两吨秸秆的热值相当于一吨煤热值，而其平均含硫量只有3.8%，远远低于煤1%的平均含硫量。

### 二、国外秸秆再利用主要途径和经验

(一) 国外秸秆再利用主要途径为秸秆肥料化、饲料化、原料化、基料化、燃料化

1.肥料化。秸秆含有丰富的有机质、氮磷钾和微量元素，是农业生产重要的有机肥源。肥料化方式分直接还田和堆腐还田。直接还田是将收割后的作物秸秆均匀平铺在田面上，秸秆粉碎后还田效果更好。堆腐还田是将秸秆整齐堆垛，高度1-1.5米，宽度不小于2米，长度根据秸秆量的多少可以任意调节，每层铺15-20厘米秸秆后，逐层均匀撒施菌剂。堆腐过程中每隔一个星期翻动一次，可加快秸秆腐解。

2.饲料化。秸秆含有丰富的纤维素、半纤维素和木质素，能量充足，经过氨水或氢氧化钠处理后会变得更好消化，是牛、羊等反刍动物很喜欢的粗粮。加工处理方法有物理法、化学法等。经过物理法和化学法处理的秸秆，其适口性和营养价值会大大提高。

3.原料化。秸秆纤维是一种天然纤维素纤维，生物降解性好，以秸秆为原料可用于造纸、生产人造建筑板材、用于包装材料、制作餐具、工艺品等，也可替代粮食生产木糖醇等。

4.基料化。用秸秆作原料，生产食用菌等。秸秆食用菌栽培，既为人类提供大量优质食品，又可以消化大量秸秆。一个育蘑菇大棚一年可消耗50亩地的秸秆，秸秆生产出蘑菇后，蘑菇渣是优质的有机肥料。

5.燃料化。随着技术的不断进步，将秸秆粉碎，压制成型，经碳化窑碳化，生产木炭。送生物质发电厂作燃料，节约电厂燃料成本，每亩秸秆可为农民增加毛收入80-100元。还可从秸秆中提取能够替代石油的燃料乙醇，加工成生物汽油、生物柴油。秸秆进沼气池

发酵产生的沼气可直接用于农民烧饭。对缓解能源短缺、保护大气环境等均有重要的战略意义。

(二) 美国、日本等国家在秸秆再利用方面,有较为成熟的经验

### 美国

秸秆在美国再利用非常普遍,得益于美国政府补贴等政策的鼓励与支持。2007年6月11日,美国农业部和能源部联合发布声明,由农业部、能源部出资400万美元,共同设立一项基金,资助秸秆再利用的研究。美国各州还制定了严禁焚烧秸秆有关法律,如俄亥俄州制定了“露天焚烧法”,若违反“露天焚烧法”,焚烧秸秆会被处以最高每天1000美元的罚款,甚至会坐牢。

做成牲畜饲料和庄稼肥料,还做装饰品。在美国人们喜欢用玉米的秸秆做家门前的秋季装饰,每年10月底的万圣节、11月底的感恩节,玉米秸秆是制作装饰物的常见原材料。有创意的艺术人士,常常利用秸秆做各种各样的麦田圈,供人观赏。还有些艺术家,用玉米秆制作了各种工艺品,如稻草人、雕花、绘画等等,很是精巧别致。

做成建材。在亚利桑那州,地理气候的特殊性,造成木材量比较有限,有人用经过粗加工的麦秸秆,作为最主要的建筑材料来建造房屋。打捆成型的秸秆能给木房子当墙壁,原来干枯柔韧的秸秆能辅助架稳固房屋的结构。而秸秆在高强度挤压后非常紧致,是一道很好的隔热保温层。

生产纤维素乙醇。美国将纤维素乙醇的研究及推广纳入国家可再生能源发展战略。在美国,每生产1加仑纤维素乙醇,可以得到51美分的政府补贴。美国第一家商业级纤维素乙醇生产厂正式投产,总投资2.75亿美元,每年将消耗玉米秸秆28.50万吨,年产纤维素乙醇约1亿升。美国目前有116个乙醇提炼厂家,每年可以生产59亿加仑的乙醇,另外还有81个新厂家正在建造之中。美国能源法案提出,到2022年纤维素乙醇产量要占纤维素乙醇总需求量的44%。

### 日本

日本地处海岛,资源相对匮乏,长期以来形成了珍惜物力、物尽其用的社会风气。秸秆被认为是宝贵的有机资源。日本每年生产大约900万吨水稻秸秆,其中,翻入土层还田的约占75.9%,用作饲料的约占

10.3%,与畜粪混合成肥料的约占6.4%,制成畜栏用草垫的约占4.0%。日本秸秆再利用主要体现在以下方面:

机械化还田。日本种田者大都为高龄老人,更倾向于选择简单的秸秆机械化还田,庄稼种植地分散,与牲畜养殖场之间往往有一段距离,收集秸秆喂养牲畜需要耗费运输成本,养殖规模不断扩大,靠收集秸秆不足以满足喂养牲畜的需求。日本收割机能在收获谷粒的同时,将粉碎秸秆翻入土层中还田成肥料,将秸秆转化为绿色肥料,对环境、庄稼本身都有利。利用机器翻耕还田,虽然方便,但肥效不如秸秆、家畜粪尿混合肥。

与畜粪尿混合做成肥。农户根据情况随时收拢、清理那些混合着牛粪料的秸秆,然后堆积、发酵,到一定时间后,将那些充分发酵的秸秆、家畜粪尿混合后,作为高效有机肥施播到农田里。为了促进秸秆收集和饲料化,日本有关部门采取了一系列措施,其中包括:推动研发和使用有效收集秸秆的机械设备;建立稳定的秸秆供应机制,政府按照秸秆收集作业的田地面积提供补助津贴等。

成为牛群的取暖材料。日本很多农户都养牛,他们将那些秸秆依次铺到牛圈里,冬天成为牛群的取暖材料,成为牛的“铺盖”。

生产纤维素乙醇。日本地球环境产业技术研究机构与本田技术研究所,共同研制出从秸秆提取纤维素乙醇技术并实用化。

做手工艺品原料。在日本,有将秸秆作为手工艺品的传统。在日本亚马逊网站上出售的商品中,不乏有用稻草制作成的草帽、草篮、草垫等手工艺品。

用于厨艺料理。在燃气普及的如今,稻草还用于厨艺料理,用稻草烧烤出来的食物有特殊的风味,用稻草烤鳗鱼是日本著名传统风味小吃。

制作各种稻草雕塑。每年收获季节,人们为了庆祝水稻丰收,日本著名稻米产地新潟市上堰瀉公园,每年举办稻草艺术节,邀请艺术家和当地农民一起制作各种大型稻草雕塑吸引游客。无独有偶,在日本香川县的三豊市,每年8月也会举办传统的仁尾龙节,用稻草扎成长35米、重3吨的巨大的龙,由150个人抬着游街,表达祈求雨水的愿望。

### 丹麦

为鼓励秸秆发电等可再生能源发展,丹麦政府制定了财税扶持政策。对于秸秆发电等可再生能源,免征环境税等。

丹麦是世界上首先利用秸秆发电的国家,丹麦的秸秆发电技术在全球具有领先地位,已走向世界,并被联合国列为重点推广项目。瑞典、芬兰、西班牙等国由丹麦提供技术设备建成了秸秆发电厂。位于丹麦首都哥本哈根以南的阿维多发电厂建于20世纪90年代,被誉为全球效率最高、最环保的热电联供电厂之一。农民收获粮食后,把秸秆卖给电厂,阿维多电厂每年燃烧15万吨秸秆,可满足几十万用户的供热和用电需求。由于和煤、石油、天然气相比,秸秆成本低、污染少,可称得上电厂最划算的燃料。使用秸秆发电,电厂降低了原料的成本,秸秆发电后的草木灰又无偿地还给农民作了肥料,环境受到保护,可再生能源得以开发,同时还使农民增加了收入,形成了一个衔接的循环经济圈。目前丹麦已建立了130多家秸秆生物发电厂。秸秆发电等可再生能源占全国能源消费量的24%以上。

### 澳大利亚

秸秆在澳大利亚是宝贝,为奶牛主要食物。澳大利亚农民喜欢用农作物的秸秆来喂奶牛,他们认为这种麦秆蛋白质含量很好,纤维素含量很高,对奶牛非常好。如果说用秸秆喂奶牛的话,奶牛的奶会产的比较高。每年春秋时节都能看到一道独特的风景:农民们把秸秆晒干,卷成秸秆卷整齐地摆放在田头,土黄色的秸秆与大地、绿草、蓝天融为一体,这样的风景甚至能吸引游客特意赶来观看。

澳大利亚首选的秸秆利用是秸秆还田。一种是收割机在收获时只采收粮食部分,不收割秸秆,把秸秆留在地里,播种时,大型播种机将种子和化肥播入土地的同时,把秸秆轧碎,覆盖在土地表面;另一种是收割机在收获的同时将秸秆粉碎并喷在地里,不仅对麦秆、稻草可以如此,就是对较为坚硬的豆秸、棉柴也可以这样处理。

### 巴西

巴西秸秆再利用的重点是秸秆乙醇和秸秆种蘑菇。巴西20世纪20年代就开始以甘蔗和玉米生产的乙醇代替石油。现在甘蔗和玉米乙醇的生产正向秸秆

乙醇转化。秸秆乙醇又称纤维素乙醇,是以纤维素生物质为原料,经过原料预处理、水解(糖化)、发酵等工艺环节,最终将纤维素转化为乙醇的过程。许多国家将其作为可再生能源技术突破和产业发展的制高点。

利用农作物秸秆种植巴西蘑菇的种植方法简单,成本低廉,周期短,有效增大农作物秸秆的利用率,解决农作物秸秆难于处理的问题,同时又为巴西蘑菇生长提供充足的营养。

## 三、中国秸秆变废为宝再利用的思考

秸秆禁烧是一项艰巨的社会治理工程,单纯依靠法规命令禁止不是治本之策。必须采用“疏堵结合,以疏为主”的指导思想,以秸秆资源化利用为支撑,以秸秆再利用政府补贴为手段,多种措施并举,才能达到预期效果。参考世界各国的秸秆再利用经验,中国秸秆再利用可从以下方面做起。

(一) 加大宣传引导。大力宣传秸秆再利用的重要意义及焚烧的危害,让农民知道秸秆焚烧严重影响大气环境质量,直接影响民航、公路的正常运营;让农民看到秸秆利用效益,看到实惠,积极参与秸秆再利用。

(二) 加大财政投入,改变“重处罚”的思路,出台秸秆再利用奖励、补贴政策。对大马力拖拉机、大中型秸秆还田机与收割机配套的秸秆粉碎机等农机购置进行补贴,大力投入推广秸秆还田技术;推进农村沼气池建设,将秸秆转化为清洁能源,为秸秆利用开创新途径。

(三) 通过市场化的途径。要以市场化的理念来认识秸秆的资源价值,以企业化的制度来推进秸秆的再利用,拓宽其再利用的途径。

(四) 统筹协调管理。秸秆综合利用涉及多职能部门,相互之间存在协调互动不够、分工不明,责任不清等问题,应当成立相应的牵头单位进行统筹协调管理。

(五) 科技推动、强化支撑。要推进产学研相结合,整合资源,着力解决秸秆再利用领域共性和关键性技术难题,提高技术、装备和工艺水平,构建服务支撑体系,加快先进、成熟技术的推广普及。

(六) 严格监管。加大秸秆禁烧执法力度,完善秸秆禁烧的相关政策措施。尤其对机场周边、高速公路沿线等地区,重点开展执法检查,发现秸秆焚烧行为要责令立即停止,处罚直接责任人。<sup>[1]</sup>

作者单位:中国气象局