

# 生物质发电及其灰渣处理综述

艾雪竹，汪婷婷，李强，刘路远，张浩

(合肥工业大学化学与化工学院，安徽合肥230009)

**摘要：**介绍了生物质发电的意义、现状、工艺，分析测试了安徽某生物质发电厂灰渣的主要成分，探讨了灰渣处理方法和发展趋势，并采用柠檬酸为活化剂开展了探索性试验。

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行的发电，即将生物质能转换为电能，是一种可再生能源发电。早在工业革命前，生物质资源就是支撑人类社会发展的主要能源。因为化石的出现，生物质能利用量不足；但是随着日益突出的资源和环境矛盾，人类又将重新选择生物质能源。

## 1 生物质发电的意义及现状

### 1.1 生物质发电的意义

(1) 充分利用闲置的秸秆资源发电，既能有效缓解秸秆禁烧难题，又避免了秸秆资源的浪费。

(2) 秸秆是一种低碳燃料，对大气和环境质量的影响较小，是一种较为“清洁”的可再生能源，在我国清洁能源中占有越来越高的比重。

(3) 生物质的含硫量仅为煤炭的四分之一。通过生物质代替煤炭发电，可显著减少二氧化硫的排放量。

(4) 利用秸秆等资源燃烧发电后剩下的草木灰(渣)，含有丰富的钾、钙、镁等矿物质，可以还田作为农作物的肥料。

(5) 利用秸秆资源发电可增加就业岗位，提高就业率。

(6) 利用秸秆资源发电可以增加电量，缓解部分地区电力紧张。

总之，开发利用生物质发电对我国能源安全、生态环境和社会可持续发展都有重要意义。

### 1.2 生物质发电现状

#### (1) 国外现状

生物质发电产业备受世界各国关注。资料显示，目前在丹麦、芬兰、瑞典、荷兰等国家，以农林生物质为燃料的发电厂有300多座。另外，东南亚国家在以稻壳、甘蔗渣等为原料的生物质直接燃烧方面也取得了一定的发展。截至到2012年，美国生物质发电的装机容量已经超过1万兆瓦，并计划到2050年全美的生物质发电比例提升到能源产出的50%；德国制定了到2030年使全国16%的电力、10%的供暖和15%的汽车动力都来自生物质发电供能的目标。

总之，目前国外的生物质能技术和装置已达到商业化应用程度，实现了规模化产业经营。

#### (2) 国内现状

与水电、核电、风电及光伏发电等新能源发电形式相比，我国生物质发电产业起步较晚，市场化程度较低，属于能源领域的新兴产业。从2006年《可再生能源法》颁布实施以来，我国生物质发电产业得到了迅速发展，年装机增长量达到了30%以上。根据我国《可再生能源中长期发展规划》，到2020年，我国生物质发电装机量预计达到3000万千瓦。

## 2 生物质发电工艺

### 2.1 生物质发电种类

### (1)直燃发电

生物质直燃发电，就是将生物质直接作为燃料进行燃烧，用于发电或者热电联产，是在传统的内燃机发电技术上进行设备改型而实现的技术，该技术基本成熟并得到规模化商品运用，是生物质发电的主要方式。

### (2)混合发电

生物质还可以与煤混合作为燃料发电，称为生物质混合燃烧发电技术。混合燃烧方式主要有两种：一种是生物质直接与煤混合后投入燃烧；另一种是生物质气化产生的燃气与煤混合燃烧。

### (3)气化发电

生物质气化发电技术是生物质通过热化学转化为气体燃料，将净化后的气体燃料直接送入锅炉、内燃发电机、燃气机的燃烧室中燃烧来发电。气化发电的关键技术之一是燃气净化，气化出来的燃气都含有一定的杂质，包括灰分、焦炭和焦油等，需经过净化系统除去杂质，以保证发电设备正常运行。该技术目前尚不成熟，有待于商品化。

在这三类生物质发电技术中，生物质直燃发电工艺较为成熟，是当前全球范围内使用最多的一种生物质发电技术。目前此技术已被广泛运用在各工业系统中。整套装置可以稳定而连续地运行，可以高效率、大规模地处理多种废弃生物质，并且原料易于就地收集，且运营维护成本相对较低，因此非常适合在我国进行大规模推广。

## 2.2生物质燃烧发电工艺

秸秆直燃发电原理流程如图1所示。生物质燃料需要经过预处理压块成型，经过预处理的生物质与过量空气在锅炉中燃烧，产生出的高温高压蒸汽通过汽轮机带动发电机发电。

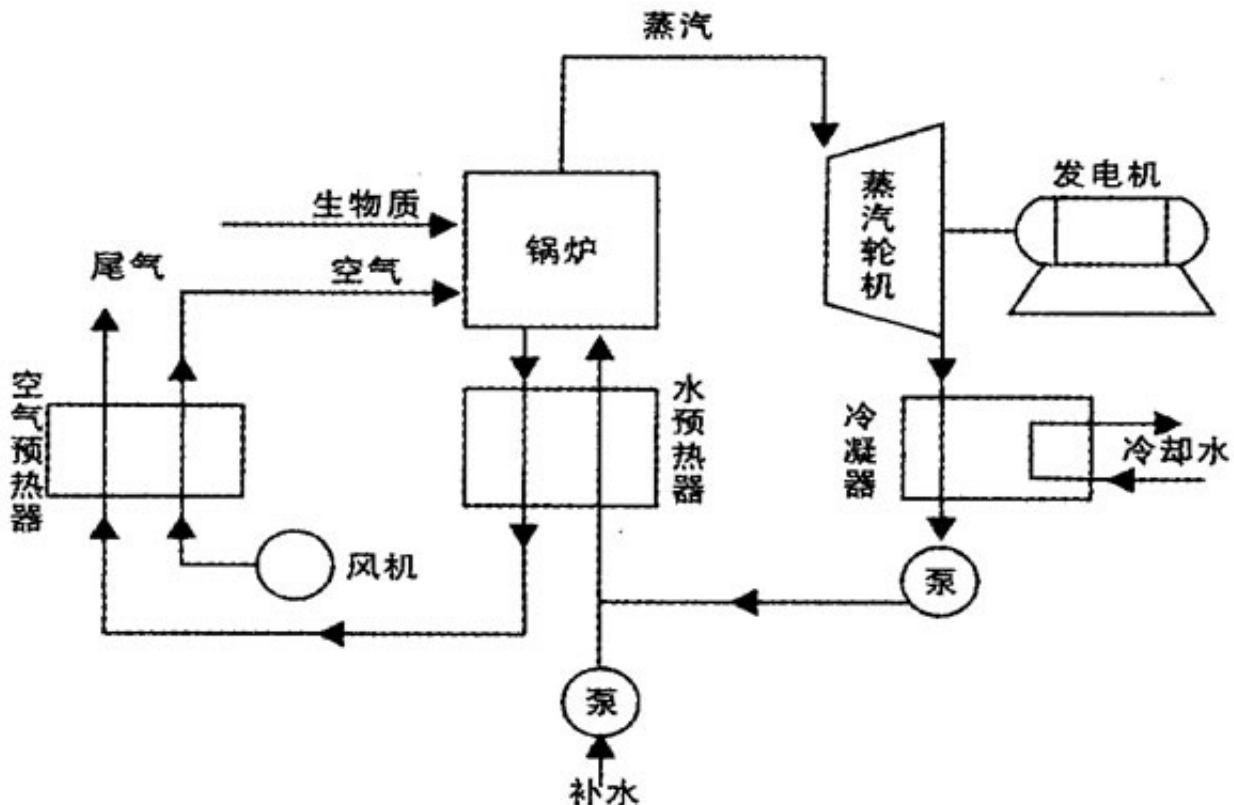


图 1 生物质直燃发电流程

燃烧生成的高温烟气，沿着锅炉的烟道依次流过炉膛、水冷壁管、过热器、省煤器、空气预热器，逐步将烟气的热能传给工质以及空气，自身变成低温烟气，经除尘器净化后再排入大气。秸秆等燃料燃烧剩余物中密度大的部分从燃烧炉的下口收集得到渣；密度低的部分从燃烧炉的上口收集得到灰。

### 3 生物质发电厂灰渣及其处理方法

#### 3.1 生物质发电灰渣

生物质发电的同时产生大量灰渣。由于使用的燃料为秸秆，因此排出的灰渣属于草木灰系列，含有大量的硅酸盐、钙、钾、铁、镁等化合物。表1和表2为安徽某秸秆发电厂灰、渣成分。

表 1 安徽某秸秆发电厂秸秆灰主要成分

组分	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO
含量 /%	41.85	16.08	14.16	9.89	3.36	1.07	0.42

表 2 安徽某秸秆发电厂秸秆渣主要成分

组分	SiO <sub>2</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ZnO
含量 /%	40.37	20.85	12.79	11.66	4.05	1.07	0.17

#### 3.2 生物质发电灰渣处理与发展

目前灰渣被生物质发电厂视为固体废弃物，对电厂及其周边环境造成污染，在一定程度上制约着秸秆发电的发展，同时引发技术人员积极开展灰渣处理或利用技术研究。目前主要处理方法有：

(1) 堆放或用于筑路、填埋等初级处理，但这样粗放的处理方式不但没有任何经济效益，还占用土地资源和产生环境污染。

(2) 用于改善酸性土壤的活性或修复土壤结构。灰渣因为呈碱性，且营养元素丰富，施用于土壤可以提高土壤pH及营养成分的浓度，适用于遭受酸化的土壤。但灰渣中的营养元素水溶性不高。本文测试表明，安徽某秸秆发电厂灰中水溶性钾、钙、镁含量分别是27.63%、2.36%、3.59%；渣中水溶性钾、钙、镁含量分别是1.22%、0.07%、2.43%。因此，若秸秆发电厂灰渣直接施用于土壤，则其中的养分利用率不高。

(3) 灰渣经加工成化肥或土壤调理剂。我国南方山区的土壤退化严重，其中西南地区退化土壤面积为1.36万平方千米，占该区总面积的14.3%。将秸秆发电厂灰渣中营养元素活化后施用于土壤，能够很好地调理土壤养分平衡。廖奇等采用无机酸作为活化剂在80℃下处理灰渣，能使灰渣中钾的水溶性提高到近90%。本文采用柠檬酸作为活化剂，在常温下处理灰渣，能使灰渣中钾的水溶性接近50%。

我国农田缺钾日益严重，每年急需补充约千万吨标准钾肥以维持土壤的钾素平衡。将秸秆发电所产生的灰渣用于缺钾农田，既可以降低处理缺钾农田所需的费用，还可以使生物质发电厂的灰渣得到很好利用，并产生一定的经济效益。

### 4 结论

秸秆发电厂产生的灰渣在农业生产上可以作为钾肥施用，具有促进作物茎秆健壮和增强作物抗逆性等多方面作用，且不会对土壤产生不良影响，有利于农业生态环境的改善。可见，生物质发电产生的秸秆灰渣利用的有效方法是制作化肥或土壤调理剂，变废为宝，既可减轻因施用化肥造成的农业生态环境破坏，促进农业生产的良性循环；同时还可以增加农产品产量和改善农产品的品质。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/139217.html>