

# 不同的原料对比对生物质颗粒燃料产品品质及经济效益影响的研究与应用

宋云蔚，虞益江，方琦

浙江省杭州市农村能源办公室

**摘要：**根据富阳市以农林废弃物为主要生物质原料的来源，设计对比试验，研究不同类型、不同配比原料对生物质颗粒燃料产品品质及经济效益的影响。通过试验确定以100%竹屑为原料生产的产品低位发热量最高、品质最佳，原料配比为80%竹屑+20%果树枝条或油菜秆时，生产的产品在满足一定品质要求下经济效益最佳，在当地推广应用以80%竹屑+20%果树枝条或油菜秆的原料配比生产生物质颗粒燃料产品，取得了良好的经济效益，同时也获得了一定的社会效益和生态效益。

随着规模化农林产业的发展，在生产过程和加工过程中产生的农林废弃物也越来越多。虽然目前开发和利用农林废弃物等生物质能已经引起了人们的广泛关注，但是在很多地方处理农林废弃物的方法仍然是焚烧和填埋等，农林废弃物的利用率普遍较低。而制取生物质颗粒燃料是目前农林废弃物利用的主要方式之一，因此有效提高颗粒燃料产品的品质就成了提高农林废弃物利用率的主要方法。鉴于此，本课题选择富阳市当地比较常见的竹屑、木屑(主要为果树枝条)、油菜秆、稻秆等四种类型的农林废弃物作为制取生物质颗粒燃料的原料，研究不同类型的不同配比原料对颗粒燃料产品品质及经济效益的影响，寻找产品品质及综合效益最优的原料配比，以便在杭州地区推广应用。

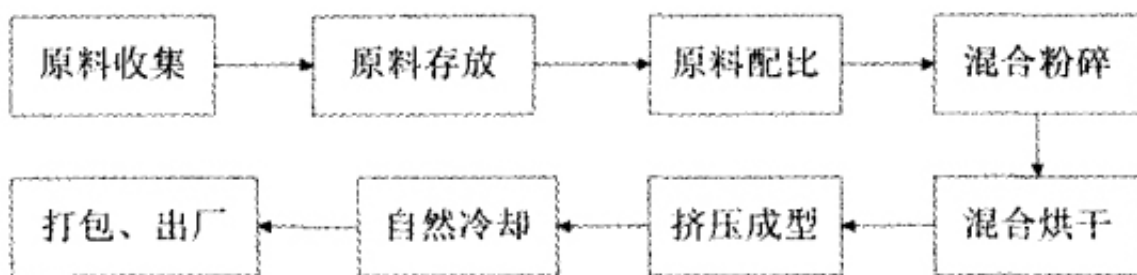
## 1 材料与方法

### 1.1 材料

根据富阳市农林废弃物的种类及产生量，本次试验选择的原材料有四种类型，分别为竹屑、木屑、油菜秆和稻秆等，其中竹屑样品来自于竹制品加工企业的生产废弃物，含水率在40%~50%之间。木屑样品为梨树等果树枝条。来源于果树苗木种植的分散收集，木屑样品的含水率在45%左右。油菜秆以及稻秆样品一般来源于当地农业种植的分散收集，含水率在20%左右。

### 1.2 方法

本次试验采用冷压成型工艺，主要设备为环模式颗粒燃料成型机(型号JVZLH420T)，以及粉碎机(型号HX-800)、三回转螺旋式烘干机、传动设备和除尘设备等。其主要工艺流程见图1-1所示：



**图 1-1 生物质颗粒燃料生产工艺流程图**

收集来的原料堆放在专用仓库内，按试验设计要求分别配比混合，经粉碎和烘干后，由颗粒成型机挤压成型为生物质颗粒燃料。按照取样的要求，抽取不同配比原料生产制备的颗粒燃料样品，由浙江省煤炭地质勘查院煤炭质量检测中心进行检测，以各检测指标为评价产品品质的主要依据。

试验按照表1-1的要求分别设置10个处理，每个处理选取经配比后的原料75吨、测试三天、每天2次重复、每次试验12.5吨原料、共计6次试验，即10个处理6次重复。共计30天完成测试试验。控制粉碎后原料的颗粒粒径在7mm左右，烘干后原料的含水率在12%左右，最后的产品规格为直径10mm，长度30~60mm，记录每个处理颗粒燃料产品的产量及生产过程中各环节的能耗数值。

**表 1-1 原料配比试验表**

试验编号	原料配比			
	竹屑 (%)	木屑 (%)	油菜秆 (%)	稻秆 (%)
处理 1	100	0	0	0
处理 2	90	10	0	0
处理 3	90	0	10	0
处理 4	90	0	0	10
处理 5	80	20	0	0
处理 6	80	0	20	0
处理 7	80	0	0	20
处理 8	70	30	0	0
处理 9	70	0	30	0
处理 10	70	0	0	30

### 1.3 产品品质及经济效益分析指标

颗粒燃料产品品质分析指标主要根据样品的工业分析和元素分析指标确定，具体技术指标为：全水分(Mt)、灰分(A<sub>ad</sub>)、挥发分(V<sub>ad</sub>)、固定碳(F<sub>Cad</sub>)、全硫(S<sub>t, ad</sub>)以及低位发热量(Q<sub>net</sub>)。

经济效益指标主要包括原料收购成本、劳动力成本、机械损耗折旧成本、产品生产过程能耗、产品销售价格及销售数量等。其中劳动力成本和机械损耗折旧成本对于10个处理来说差别不大，可忽略，产品销售价格为1000元/吨(热值大于4200kcal/kg)，故本次试验主要考虑的经济效益指标为原料收购成本及产品生产过程能耗。原料收购价为：竹屑：250元/吨，木屑(果树枝条)：200元/吨，油菜秆：150元/吨，稻秆：400元/吨。

### 2 结果与分析

本次试验分30天完成现场测试，对10个处理生产的产品分别做工业分析和元素分析检测，检测结果如表2-1所示：

**表 2-1 试验数据表**

试验 编号	工业分析 (%)				低位发热量 (kcal/kg)	元素分析 (%) 全硫 (Sad)
	全水分(Mt)	灰分 (Aad)	挥发分(Vad)	固定碳 (FCad)		
处理 1	5.84	1.12	76.74	16.3	4536	0.16
处理 2	7.16	1.05	75.87	15.92	4374	0.13
处理 3	6.55	1.64	75.38	16.43	4336	0.15
处理 4	7.23	1.57	74.84	16.36	4270	0.12
处理 5	6.24	1.01	77.12	15.63	4278	0.09
处理 6	5.94	1.47	75.94	16.65	4253	0.07
处理 7	6.89	1.63	75.04	16.44	4212	0.07
处理 8	6.35	0.93	77.42	15.3	4223	0.06
处理 9	6.7	2.14	74.53	16.63	4189	0.05
处理 10	7.53	1.72	74.24	16.51	3976	0.06

以每次试验12.5吨原料为基础，选取每个处理6次重复试验的平均值作为计算原料消耗等的依据，试验结果如表2-2。

**表 2-2 原料及产品单耗情况分析表**

试验 编号	原料价格 (元/吨)	原料消耗 量(吨)	产品产 量(吨)	单位产品的原料消耗量 (吨原料/吨产品)	单位产品的原料成本 (元/吨)
处理 1	250	12.5	8	1.56	390.6
处理 2	245	12.5	8.1	1.54	378.1
处理 3	240	12.5	8.4	1.49	357.1
处理 4	265	12.5	8.2	1.52	404.0
处理 5	240	12.5	8.2	1.52	365.9
处理 6	230	12.5	8.8	1.42	326.7
处理 7	280	12.5	8.9	1.40	393.3
处理 8	235	12.5	9	1.39	326.7
处理 9	220	12.5	9.1	1.37	302.2
处理 10	295	12.5	8.9	1.40	414.3

生物质颗粒燃料从原料到产品主要经过粉碎、烘干和制粒成型三个环节，这三个环节主要的能源消耗为电能，以及烘干工艺中的部分薪柴消耗。每次试验以12.5吨原料为基础，测试记录每个生产环节的能源消耗量，选取6次重复试验的平均值，最终能耗以标煤来折算(其中电能按等价值折算，系数为0.313kgCe/kWh，柴薪折算系数为0.571kgCelkg)，测试结果见表2-3所示：

表 2-3 产品生产过程能源消耗表

试验编号	原料消耗量(吨)	产品产量(吨)	各个生产环节能源消耗量(千克标煤)					综合能耗
			粉碎机能耗	烘干机能耗		颗粒成型机能耗		
				电耗	柴耗	合计		
处理 1	12.5	8	38	87	497	584	180	802
处理 2	12.5	8.1	38	88	494	582	169	789
处理 3	12.5	8.4	41	81	463	544	172	757
处理 4	12.5	8.2	39	80	457	537	218	794
处理 5	12.5	8.2	37	87	498	585	171	793
处理 6	12.5	8.8	42	71	423	494	180	716
处理 7	12.5	8.9	41	72	418	490	232	763
处理 8	12.5	9	39	88	495	583	183	805
处理 9	12.5	9.1	43	65	383	448	186	677
处理 10	12.5	8.9	39	63	380	443	239	721

注：烘干机能耗包括电能消耗量和薪柴消耗量两部分组成。

## 2.1 颗粒燃料产品品质指标分析

### 2.1.1 颗粒燃料工业分析技术指标情况分析

从图2-1可以看出，颗粒燃料的全水分含量随着竹屑在原料中配比的减少而增加，以100%竹屑为原料生产的产品(处理1)全水分含量只有5.84%，而处理10的全水分含量最高，达7.53%。产品全水分含量的跟竹屑在原料中的含量成反比。

处理2、处理5和处理8三个样品的固定碳和灰分的含量相比其他样品要低，从原料配比看，三个样品都配比了一定量的木屑原料，由此可知，木屑的固定碳和灰分含量低于油菜秆等其他生物质原料。

10个样品挥发分含量在74%~78%之间，而且随原料配比的的不同呈不规律变化，即原料的对比对挥发分的影响不大。

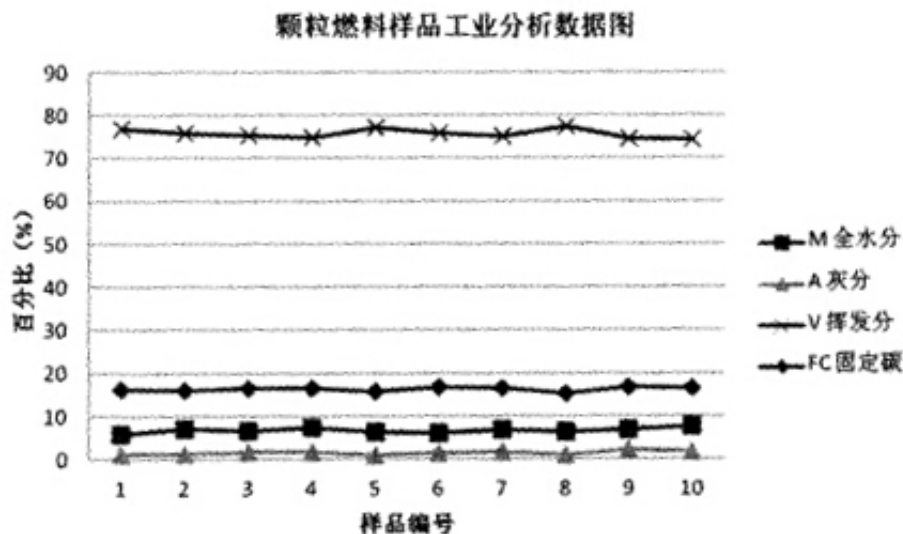
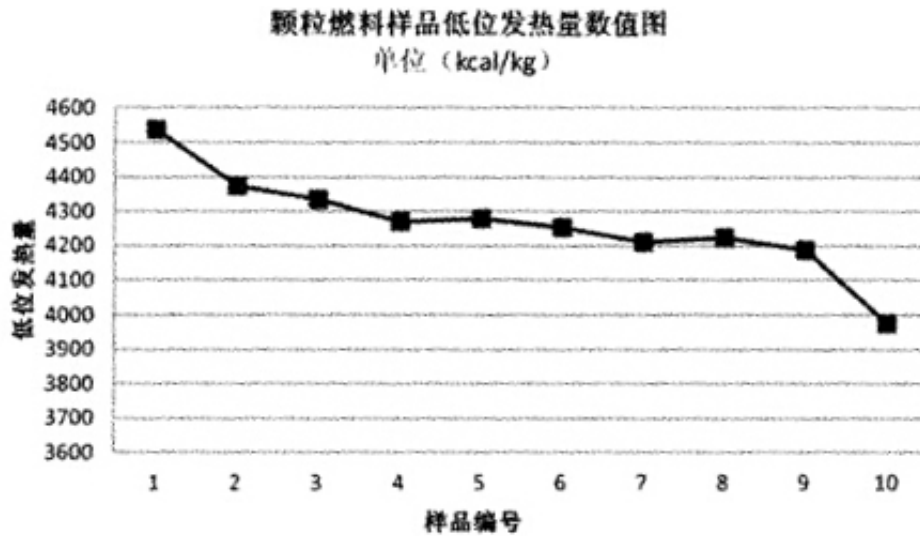


图 2-1 生物质颗粒燃料样品工业分析指标图



## 2.1.2 低位发热量情况分析



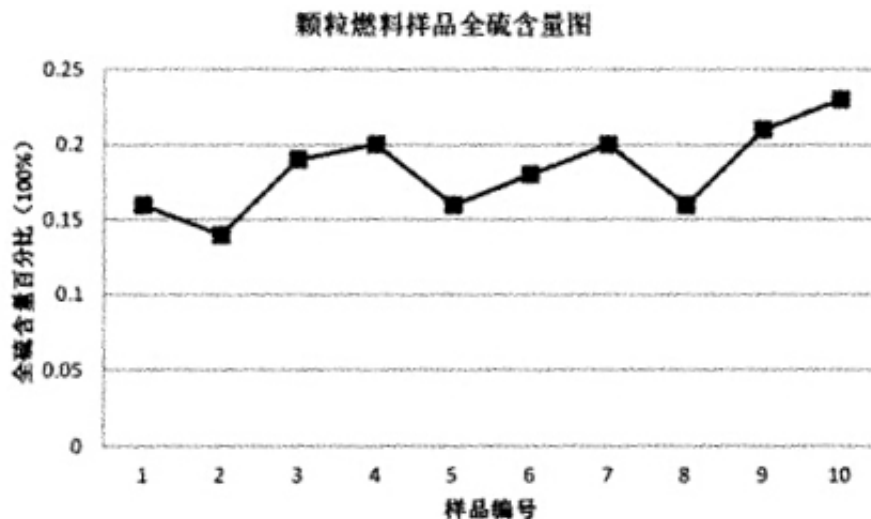
**图 2-2 生物质颗粒燃料样品低位发热量图**

由图2-2可已知，处理1的低位发热量最高，达到了4536kcal/kg，处理10的低位发热量最低，为3976kcal/kg，即：随着原料中竹屑含量的减少低位发热量随之降低。

## 2.1.3 颗粒燃料元素分析全硫含量指标分析

从图2-3可以看出，全硫含量随着原料中油菜秆和稻秆含量的增加呈微弱上升趋势，但都在0.25%以下，样品的全硫含量相对较低，对环境的影响较小。

综上所述，按处理1到处理8的原料配比所生产的产品，工业分析、元素分析及低位发热量等指标能够满足产品品质的要求。其中用100%竹屑做原料(处理1)所生产的颗粒燃料产品品质最佳。



**图 2-3 生物质颗粒燃料样品全硫含量图**

## 2.2 颗粒燃料产品经济效益情况分析

### 2.2.1 原料及产品单耗情况分析

由表2-2可知，原料及产品单耗情况指标主要为单位产品原料消耗量和单位产品原料成本，具体走势图如下：

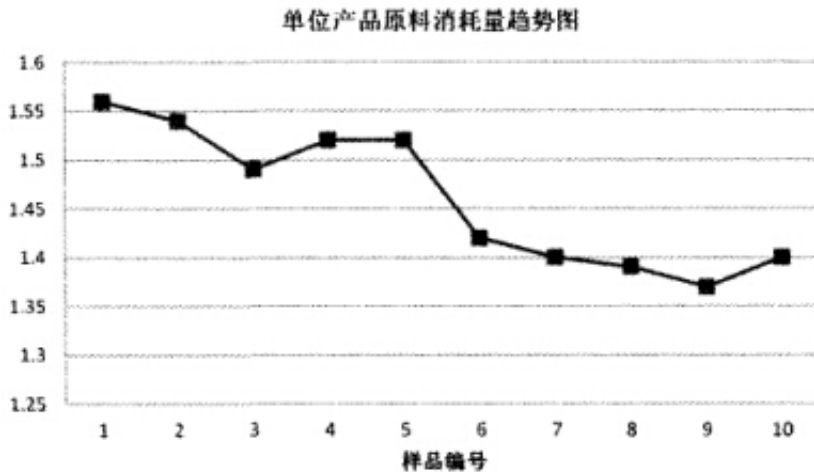


图 2-4 单位产品原料消耗量图

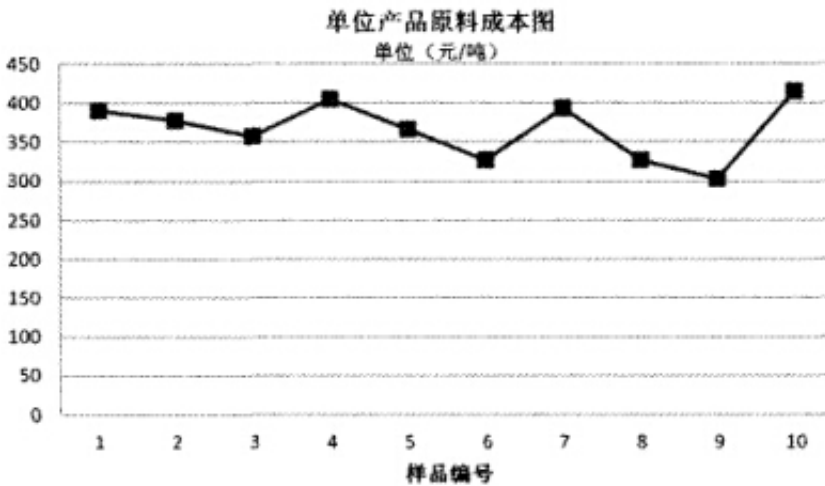


图 2-5 单位产品原料成本图

从图2-4和图2-5中可以看出，单位产品原料消耗量随着竹屑在原料配比中的含量减少而减少，处理6至处理10的指标比前5个处理有优势，处理9的每吨产品原料消耗量最低。经济效益最好。从单位产品原料成本指标看，处理3、处理5、处理6、处理8和处理9都较好，其中处理9最优，处理6次之。

### 2.2.2 产品生产过程的能耗分析

从表2-3可知，烘干环节的能源消耗最大，成型环节次之，粉碎环节能耗最少，在烘干环节中，柴耗占能耗的比重在85%左右。由于烘干环节所用的柴薪基本是自主提供，故电能费用支出是整个生产过程的主要成本支出。所以在下图中，烘干环节的电耗单独列出。

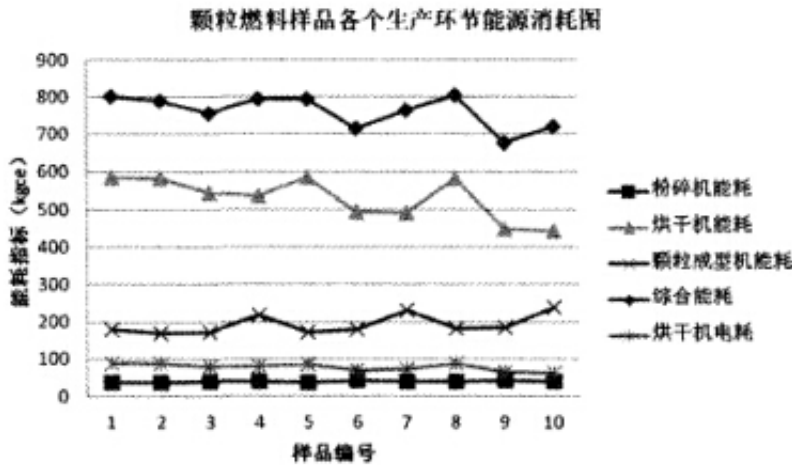


图 2-6 生物质颗粒燃料产品各生产环节能耗图

由图2-6可知，从电耗角度来看，颗粒成型机的电能消耗量最大，占整个生产过程电耗的57%以上。从样品的角度看，处理6、处理9及处理10的综合能耗最低，经济效益最佳。

综合颗粒燃料产品品质指标和经济效益指标，以低位发热量指标大于4200kcal/kg的为合格产品，处理6的颗粒燃料产品品质和经济效益最佳，适合该地区大力推广使用。

### 3结论

综合以上原料配比试验对颗粒燃料产品性能及经济效益的影响结果，总结如下：

- (1)单从颗粒燃料的产品品质，即热值角度出发，采用100%竹屑原料所生产的产品热值最高，品质最佳，基本可以代替原煤。
- (2)从经济效益角度出发，采用80%竹屑+20%果树枝条或油菜秆等其他农林废弃物生产的产品最佳，一方面，产品热值能够达到客户的要求，另一方面，果树枝条、油菜秆等农林废弃物原材料的收购价格较低，生产颗粒燃料过程中的能源费用支出最少。
- (3)从环境效益角度出发，本次试验的10个样品四种原料都能够合理利用农林废弃物，并提高其利用效率。

根据各地原材料的实际情况，从颗粒燃料产品品质要求出发，结合经济性和资源再利用性，选择80%竹屑+20%油菜秆的原料配比为最优，达到社会效益、经济效益、环境效益的最佳效果。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/131193.html>