

发电工程设计项目经理（设总）培训课题

第二部分：专业设计基础知识

## 第三十章：秸秆电站基础知识



华北电力设计院工程有限公司

2012 年 9 月 北京

编写：吴 卫、田景奎

校审：李惠民

# 目 录

1	专业概述 .....	1
1.1	秸秆电站原理 .....	1
1.2	秸秆直燃发电分类 .....	1
1.3	秸秆直燃发电的特点 .....	1
1.4	国内秸秆电站的发展 .....	2
2	设计范围和主要内容 .....	9
3	专业需要设总协调的设计接口 .....	9
3.1	电厂围墙外 .....	9
3.2	电厂围墙内 .....	9
4	设计依据的相关规程、规定 .....	9
5	系统拟定原则和典型系统 .....	9
5.1	系统拟定原则 .....	9
5.2	典型系统组成 .....	10
6	主要设备（结构）型式和选型原则 .....	10
6.1	秸秆直燃锅炉 .....	10
6.2	燃料输送系统 .....	12
7	安装布置原则及优化布置 .....	14
8	设计和审查中常遇到的问题 .....	16
8.1	对生物质燃烧特性研究不足 .....	16
8.2	缺乏核心技术和设备 .....	16
8.3	发电运营成本较高 .....	17
8.4	秸秆燃料组织困难，造成工程投产后无燃料 .....	17
9	工程投资及控制工程造价措施 .....	21



## 1 专业概述

### 1.1 秸秆电站原理

秸秆直燃发电属于生物质直接燃烧，利用生物质燃烧后的热能转化为蒸汽进行发电，在原理上，与燃煤火力发电没什么区别。其燃料主要是秸秆、农林废弃物等。

生物质燃料的种类有：

- 农作物秸秆（粮食作物、经济作物）
- 多年生灌木（柠条、黄柳）
- 生物质能源林（速生薪炭林）
- 木材加工工业废弃物（下脚料、锯末）
- 致密成型燃料
- 其它能源作物（狼尾草、木薯）

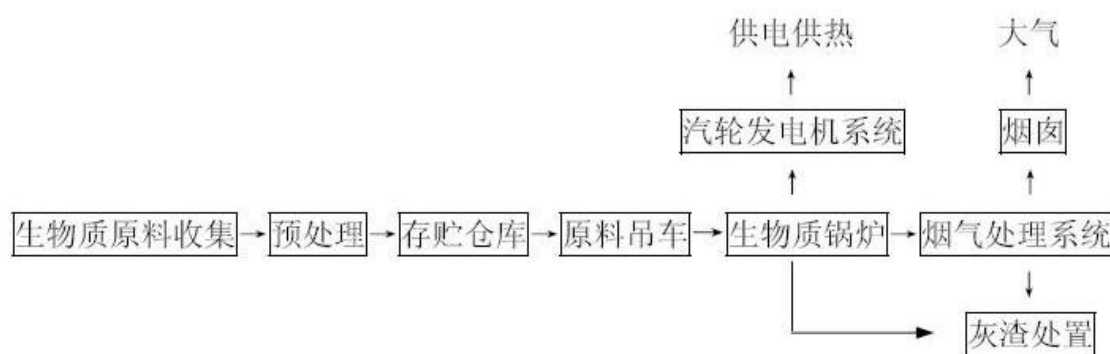


图 1 秸秆电站发电工艺流程示意

### 1.2 秸秆直燃发电分类

根据燃烧形式分为：流态化方式、悬浮燃烧方式、层燃方式

以生物质燃料中的碱金属含量分为：灰色秸秆（低碱金属含量，如木屑等）、黄色秸秆（高碱金属含量，如麦秆、稻壳等）

以锅炉参数分为：高温高压（以丹麦 BWE 公司技术为代表，蒸汽参数 9.2MPa、540℃）、中温中压（国内多数流化床锅炉，蒸汽参数 3.2MPa、450℃）

### 1.3 秸秆直燃发电的特点

秸秆直接燃烧发电是将生物质直接作为燃料燃烧，燃烧产生的能量用于发电。秸秆直接燃烧具有如下特点：

- 秸秆直燃发电是一种可再生的绿色能源，使人类有希望摆脱化石燃料可能枯竭的

威胁及大规模使用化石燃料带来的环境污染问题。

- 与煤相比，秸秆几乎不含硫，无需配备脱硫装置。
- 灰分易于收集，无需配备电除尘器而节约厂用电，而且灰渣可以作为优质钾肥还田。
- 秸秆燃烧所释放出的  $\text{CO}_2$  大体相当于其生长时通过光合作用所吸收的  $\text{CO}_2$ ，因此可以认为是  $\text{CO}_2$  的零排放，有助于缓解温室效应。
- 根据《京都议定书》，发展秸秆直燃发电不仅会为国家乃至整个世界带来良好的社会效益，还会为投资方带来可观的经济效益。
- 相对于燃煤发电，秸秆直燃发电  $\text{NO}_x$  排放较高，但其它有害气体排放要少得多。
- 秸秆燃料可与化石燃料混合燃烧，可以减少运行成本，提高燃烧效率。

采用秸秆燃烧设备可以最快速地实现秸秆资源的大规模减量化、无害化、资源化利用，而且成本较低，因而秸秆直接燃烧技术具有良好的经济性和开发潜力。

#### 1.4 国内秸秆电站的发展

我国对生物质发电技术的研究较少，这主要和我国科研投入的情况和能源设备企业的自主研发能力有关。近十几年来，我国在生物质发电技术投入的研究方向主要是针对中小型生物质气化发电技术，而直接燃烧技术主要由锅炉企业或其他热解设备企业自主开发。

投资用秸秆作为发电的项目且装机容量较多的是国能生物发电集团有限公司、武汉凯迪控股投资有限公司，国电集团也在大力发展，但近一段时间，由于秸秆原料收集的不可控性，导致已运行秸秆电厂常常由于无燃料而减负荷甚至停运，现正在核准的项目也纷纷停滞观望。秸秆项目整体的国产化研究开发能力差，关键设备生物质专用锅炉成熟产品较少。

据不完全统计，国内目前已投产和在建的秸秆项目如下：

国内目前已投产和在建的秸秆项目

序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
	引进丹麦 <b>BWE</b> 技术					
1	国能河北成安生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2007 年 4 月
2	国能河北威县生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2007 年 4 月
3	国能江苏射阳生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2007 年 9 月
4	国能山东单县生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2006 年 12 月
5	国能山东高唐生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2007 年 4 月
6	国能山东垦利生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2007 年 6 月
7	国能河南浚县生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2007 年 11 月
8	国能河南鹿邑生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2007 年 12 月
9	国能黑龙江望奎生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2007 年 11 月
10	国能吉林辽源生物质能发电项目	130t/h	1×25MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2007 年 11 月
11	国能山东巨野生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2008 年 4 月
12	国能河南扶沟生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2008 年 5 月
13	国能新疆巴楚生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2008 年 11 月
14	国能新疆阿瓦提生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	棉花秆、农林废弃	商业运行	2008 年 10 月
15	国能辽宁黑山生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2008 年 12 月
16	国能内蒙古赤峰生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2009 年 3 月

序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
17	国能内蒙古通辽生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2008 年 12 月
18	国能吉林梅河口生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	玉米、小麦秸秆	商业运行	2008 年 12 月
19	国能辽宁昌图生物质能发电项目	48t/h	1×12MW	玉米、小麦秸秆	建设中	
20	国电黑龙江友谊生物质能发电项目	130t/h	1×30MW	玉米、小麦秸秆	建设中	
21	国电黑龙江前进生物质能发电项目	130t/h	1×30MW	玉米、小麦秸秆	建设中	
22	国能黑龙江龙江生物质能发电项目	2×130t/h	2×25MW	农林废弃物	建设中	
	国内直燃秸秆锅炉技术					
1	河北晋州秸秆热电厂	2×75t/h	2×15MW	秸秆	商业运行	
2	江苏因信如东生物质能发电	110t/h 2×75t/h	1×25MW 2×15MW	秸秆	商业运行	
3	宝应协鑫生物质环保发电	2×75t/h	2×15MW	秸秆	商业运行	
4	连云港协鑫生物质环保发电	2×75t/h	2×15MW	秸秆	商业运行	
5	盐城丰基铝电有限公司秸秆热电工程	3×75t/h	2×15MW	秸秆	商业运行	
6	安徽华电宿州秸秆直燃发电	2×75t/h	2×12MW	秸秆	商业运行	
7	江西金佳生物质发电项目	1×37t/h	1×6MW	稻壳、秸秆	商业运行	
8	固始县杨山明源实业生物质热电厂项目		2×6MW	稻壳、秸秆	商业运行	
9	山西省广灵县长青生物质残渣热电联产项目	1×35t/h	2×6MW	生物质残渣	商业运行	
10	黑龙江清河泉生物质能热电联产工程项目	2×35t/h	2×6MW	稻壳、秸秆	商业运行	



序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
11	北镇五峰米业 10MW 生物质发电项目		1×10MW	稻壳、秸秆	商业运行	
12	黑龙江省牡丹江农垦鑫能热电联产工程	2×50t/h	1×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
13	福建省凯圣生物质热电厂项目	2×65t/h	2×12MW	禽畜粪便	商业运行	
14	万载凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
15	望江凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
16	京山凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
17	湖南祁东凯迪生物质电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
18	湖南益阳凯迪生物质电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
19	宿迁凯迪生物质能热电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
20	监利凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
21	蕲春凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
22	岳阳凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
23	桐城凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
24	五河凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
25	鄱阳凯迪生物质能发电厂工程	2×65t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
26	江苏句容秸秆直燃发电项目	2×75t/h	2×12MW	农林废弃物	商业运行	
27	江苏宿迁秸秆直燃发电项目	2×75t/h	2×12MW	农林废弃物	商业运行	
28	河南沁阳生物质热电联产项目	2×75t/h	2×12MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	

序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
29	河南新乡 24MW 生物质发电项目	2×75t/h	2×12MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
30	湖北省宜城市生物质热电项目	2×75t/h	2×12MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
31	安阳灵锐生物质秸秆直燃发电项目	2×75t/h	2×12MW	稻壳和稻草	商业运行	
32	洛宁生物质能热电厂项目	2×75t/h	2×12MW	枝条薪柴、秸秆	商业运行	
33	重庆市高峰生物质能发电站项目	2×75t/h	2×12MW	农林废弃物	商业运行	
34	长葛市恒光热电生物质能发电项目	2×75t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
35	黑龙江桦川生物质热电联产项目	2×75t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
36	湖南澧县生物质直燃发电项目	2×75t/h	2×12MW	稻壳、秸秆	商业运行	
37	浙江龙游 18MW 生物质热电联产项目	1×75t/h	1×12MW	农林废弃物	商业运行	
38	内蒙古通辽市奈曼旗林木生物质热电联产项目	2×75t/h	2×12MW	农林废弃物	商业运行	
39	江苏龙源东海生物质发电项目（国电）	2×75t/h	2×12MW	农林废弃物	商业运行	
40	山东无棣生物质发电项目（国电）	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
41	黑龙江汤原生物质热电联产项目（国电）	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
42	聊城生物质发电项目（国电）	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
43	安徽安庆生物质发电项目(大唐 2×15MW	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
44	山东禹城新园 15MW 生物质热电联产项目	1×75t/h	1×15MW	农林废弃物	商业运行	
45	山东烟台天力生物质热电联产项目	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
46	江苏华夏环保能源阜宁生物质能热电项目	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	

序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
47	江苏华夏热电有限公司灌南生物质能热电项目	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
48	内蒙古乌审召 30MW 沙柳发电项目	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
49	江苏国信淮安市楚州秸秆直燃发电项目	2×75t/h	2×15MW	农林废弃物	商业运行	
50	安徽省含山生物质发电项目（皖能集团）	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
51	安徽省舒城生物质发电项目（皖能集团）	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
52	安丘盛源生物质热电联产项目	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
53	江苏国信泗阳秸秆直燃发电工程项目	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
54	江苏南通光合生物质能秸秆直燃发电项目	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
55	湖南骏泰生物质发电项目	2×75t/h	2×15MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
56	庆安县热电厂锅炉燃生物质能改造项目	2×75t/h	2×15MW	稻壳和稻草	商业运行	
57	江苏国信盐城生物质发电工程项目	2×75t/h	2×15MW	棉花秸秆	商业运行	
58	广西壮族自治区柳城生物质发电工程项目	2×75t/h	2×15MW	甘蔗渣叶、桑树梗	商业运行	
59	湖北当阳 25 兆瓦生物质发电项目	2×75t/h	1×25MW	农林废弃物	商业运行	
60	内蒙古巴彦淖尔市宏发生物质热电联产项目	2×130t/h	1×25MW	农林废弃物	商业运行	
61	吉林九台 25MW 生物质发电项目	1×130t/h	1×25MW	农林废弃物	商业运行	
62	吉林农安 50MW 生物质发电项目	2×130t/h	2×25MW	农林废弃物	商业运行	
63	吉林省汪清县 2×25 兆瓦生物质发电供热项目	2×130t/h	2×25MW	农林废弃物	商业运行	
64	东营胜园生物质能热电联产项目	3×130t/h	2×25MW	农林废弃物	商业运行	

序号	项目名称	炉型	装机容量	燃料	目前状态	投产时间
65	山西运城 25 兆瓦生物质发电项目	1×130t/h	1×30MW	农林废弃物	商业运行	
66	黑龙江万源生物质热电联产项目	1×130t/h	1×30MW	稻壳、秸秆	商业运行	
67	山东省沂水生物质发电项目	1×130t/h	1×30MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
68	河南昌源 36 兆瓦生物质发电项目		36MW	小麦秸秆和玉米秸秆	商业运行	
69	广东粤电湛江生物质发电项目	2×220t/h	2×50MW	农林废弃物	建设中	



## 2 设计范围和主要内容

秸秆电站发电系统和同规模的常规火力发电厂系统的组成没有太大区别，只是锅炉和燃料输送系统略有不同。

## 3 专业需要设总协调的设计接口

### 3.1 电厂围墙外

3.1.1. 厂外秸秆收集及打包。包括秸秆收集的范围，需要设置的收集点数量，每个收集点配置的打包机数量，秸秆打包的尺寸等。

3.1.2. 厂外秸秆包运输到厂的车辆组织

3.1.3. 厂外收集点储量与厂内中心料场储量的平衡

3.1.4. 对外供热需求（秸秆热电厂）。包括对外供热负荷，供热参数，供热距离等。

3.1.5. 秸秆电厂水源资料

3.1.6. 秸秆电厂电力接入

### 3.2 电厂围墙内

3.2.1 秸秆包尺寸。应由热机专业根据秸秆分析数据向锅炉厂咨询入炉前秸秆包的尺寸要求，是否设置两套燃料输送系统（整料和散料），然后向输煤专业提出资料。

3.2.2 根据厂内中心料场的要求，输煤专业向水工专业提出消防资料。

3.2.3 根据上料系统的设置，输煤专业向水工专业提出降尘要求。

## 4 设计依据的相关规程、规定

目前，国内尚无专门的秸秆直燃发电设计规程、规范，设计参照《秸秆发电厂设计规范》征求意见稿。（《秸秆发电厂设计规范》为国家标准，编号为 GB50762-2012，自 2012 年 10 月 1 日起实施）。

## 5 系统拟定原则和典型系统

### 5.1 系统拟定原则

秸秆直燃发电设计系统的拟定，主要应根据可收集范围内秸秆的保证供给量来确定秸秆电厂的装机容量。

目前，国内秸秆电厂装机容量大致分为 25MW（30MW）和 12MW（15MW）两种，配套运行的锅炉有 130t/h 的高温高压锅炉和 75t/h 中温中压锅炉，其中 130t/h 的高温高压锅炉为引进丹麦 BWE 公司技术国内生产的产品，热效率要高于现有的中温中压锅炉。针

对燃料供应的可靠性、锅炉运行的安全性和经济性，考虑以下两种装机方案：

方案 I：1×130t/h 高温高压锅炉 + 1×25MW 抽汽机组

方案 II：2×75t/h 中温中压锅炉 + 2×12MW 抽汽机组

方案 I 优点：（1）供热机组运行灵活，可根据热负荷及供热调节曲线，调整抽汽量。（2）采用高参数机组，热电厂的综合热效率高，经济性好。（3）一次性投资较低。方案 I 缺点：（1）须在供热区域内设有备用热源，以保证如果热电厂出现故障停止供热时，保证供热区域内的基本热负荷。

方案 II 优点：（1）两台相同型号汽机运行，管理方便，可互为备用，可不设减温减压器。（2）可根据热负荷及供热调节曲线，调整供热机组台数和抽汽量。方案 II 缺点：（1）一次性投资较高。（2）综合热效率较低。

## 5.2 典型系统组成

生物质发电与燃煤发电在工艺流程上有许多相似之处，其汽水系统，水处理系统，供排水系统，电气与控制系统与常规燃煤电厂是相同的，主要区别在于燃料的储存、输送处理系统、锅炉本体和燃烧系统的不同。以下只对典型系统做简单介绍：

### 5.2.1 燃料的制备和输送系统

在厂址以外设置几个秸秆收集网点。收集点对收购的秸秆进行称重，并利用水分检测仪器测定燃料水分，水分超过 40% 的为不合格燃料。收集点将秸秆打成规定尺寸的料包进行堆放，并按时向厂内运输。

料包被运输进厂后码放在厂内中心料场，再通过上料系统输送至炉前。根据秸秆的不同状态，有时会增加一个散料上料系统。

### 5.2.2 锅炉燃烧系统

锅炉主要包括以下几个系统：空气预热系统、蒸汽系统、给料系统、炉膛和风烟系统、给水及蒸发系统，以及启动燃烧器、吹灰器、除尘器、捞渣机、疏水和消防水系统。

## 6 主要设备（结构）型式和选型原则

秸秆直燃发电的关键设备主要是直燃锅炉和上料系统，而其它的设备（如汽轮机、发电机等）与相同规模的燃煤锅炉基本没有区别。

### 6.1 秸秆直燃锅炉

秸秆具有水分和挥发分较高，灰分、热值、灰熔点较低等特点，因此秸秆直燃锅炉与燃煤锅炉的燃烧不同。此外，由于秸秆中碱金属含量较高，某些秸秆如稻草中的氯元素和

碱金属含量较高，增加了烟气对受热面的腐蚀速度，秸秆燃烧时还必须考虑这些不利因素的影响。

用于秸秆直燃的锅炉主要有炉排燃烧技术和循环流化床燃烧技术：

### 6.1.1. 炉排焚烧炉

是当前各国采用较多的炉型，也是开发最早的炉型。该炉型的核心部分是炉排，炉排形式主要有逆折移动式、链条式、逆动翻转式、马丁反推式、阶段往复摇动式、DBA 滚筒机械、阶梯往复式、底特律型等，图 6.1-1 为几种常见的炉排形式。

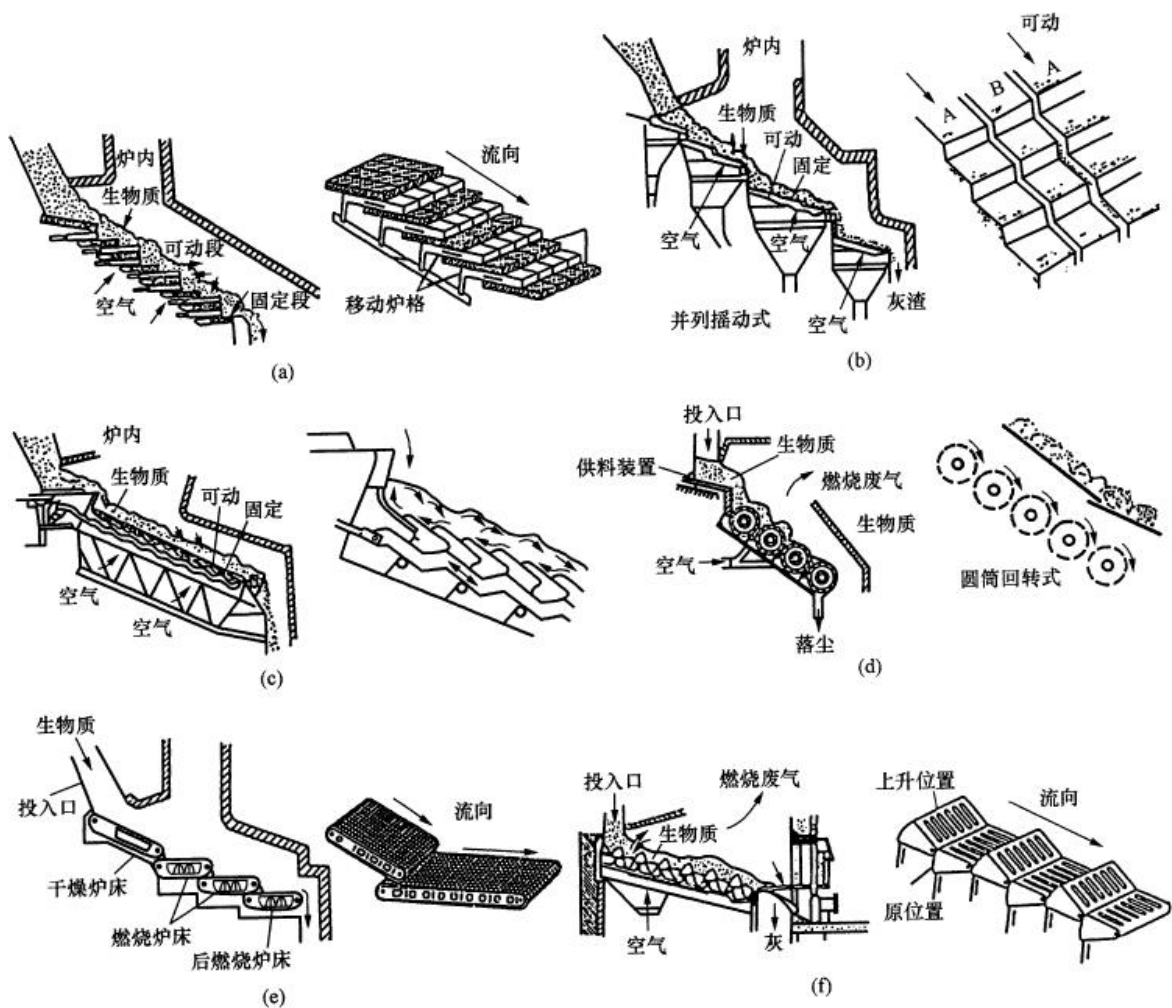


图 6.1-1 炉排焚烧炉炉排形式

(6) 阶梯往复式；(b) 并列摇动式；(c) 逆折动式（反向折动式）；(d) 旋转滚筒式；(e) 移动床式；(f) 摇滚式

### 6.1.2. 水冷式振动炉排锅炉

目前，全球范围内较大规模的单一秸秆燃烧技术以北欧的丹麦为代表，其电厂设计燃



料以麦秆为主，燃料运输和储存采用标准的捆包形式，则其燃烧锅炉采用振动炉排。进料采用秸秆捆直接推入炉膛燃烧，或者采用先将秸秆捆分散破碎然后给入炉排的方式。

水冷式振动炉床燃烧技术是丹麦 BWE 公司开发的，减小了秸秆在炉排上分布不均匀的现象。秸秆燃烧后灰量较小，采用水冷可以保住炉排不被烧坏。尾部的过热器采用多级并在竖直烟道中分开布置，有效降低了碱金属等对受热面的腐蚀。振动炉排炉是典型的层燃燃烧，适合燃烧单一稳定的燃料。

工程使用业绩：山东单县、高唐，河北威县等。

### 6.1.3. 循环流化床锅炉

流化床又称为沸腾床、鼓泡床，具有以下优点：（1）燃料适应性广；燃烧效率高；（3）高效脱硫、低 NO<sub>x</sub> 排放；（4）燃烧强度高，炉膛截面积小；（5）燃烧稳定，负荷调节范围大，负荷调节快；（6）节约水资源；（7）投资与运行成本较低。

工程使用业绩：中节能宿迁生物质能发电项目。

## 6.2 燃料输送系统

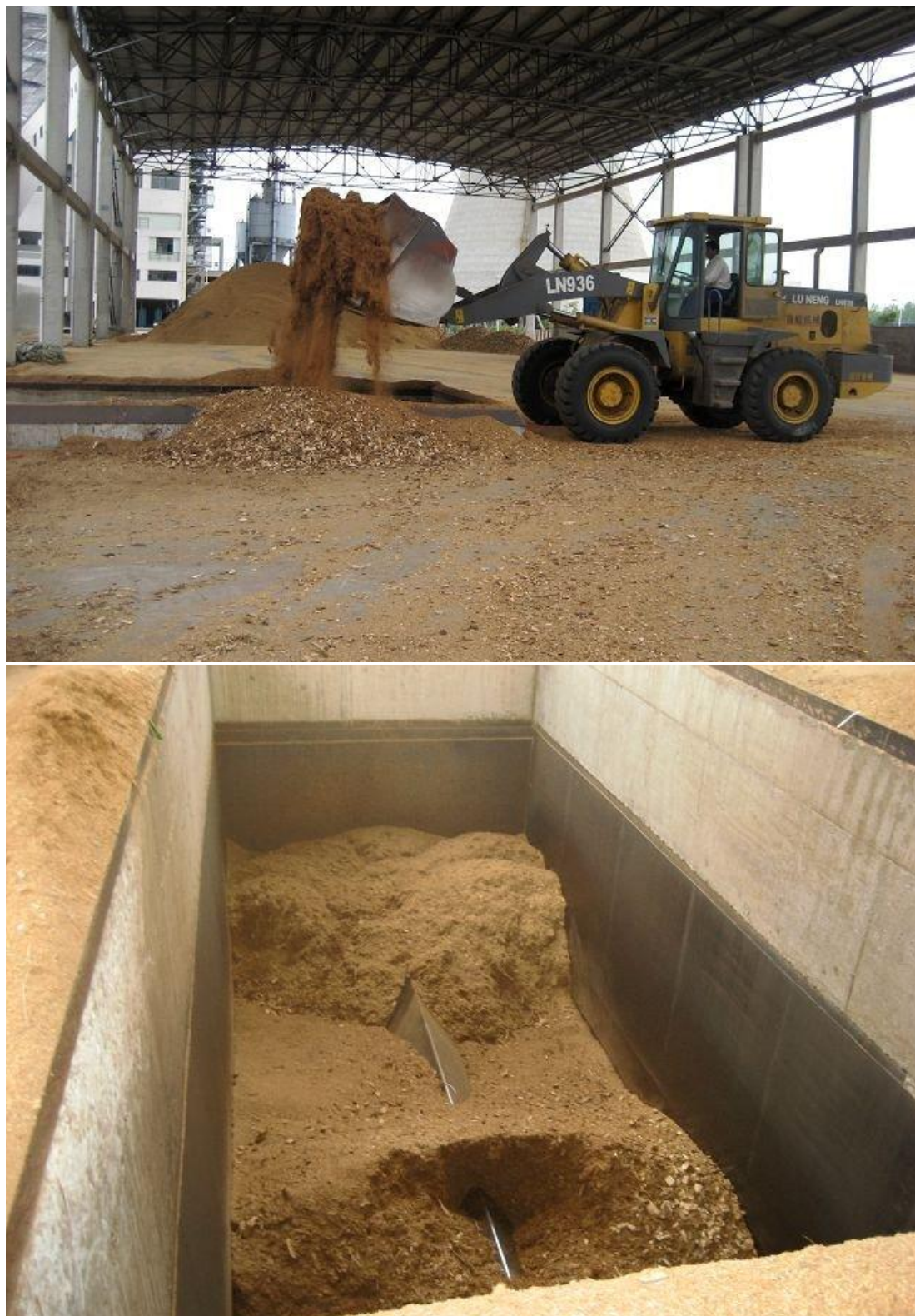
根据使用燃料的输送特点，输送系统分为灰色秸秆和黄色秸秆上料系统两种。



我国农作物主要有小麦、玉米、水稻等三大作物，分布在东北平原、华北平原、长江中下游平原。东北平原为春玉米（一熟区），华北平原为冬小麦、夏玉米（二熟区），长江中下游平原为稻——稻、稻——麦（三熟区）。经济作物有棉花、油菜、向日葵，分布在



黄河流域棉区、长江流域棉区、西北内陆棉区。东北种植的玉米和新疆种植的棉花都为规模化、机械化种植，秸秆利用可借鉴国外收储运模式。而华北、华东地区种植的小麦、玉米、棉花等除少数垦区外均为分散单户种植，机械化水平较低，无法利用国外成熟的大型机械进行收储。



6.2.1 灰色秸秆燃料运输

其主导思想是充分利用我国现有的农业机械和运输设备，进行资源整合和设备优化改造。在厂址周边设置 4~6 个收储站，将秸秆打捆堆垛，再按照电厂的燃料需求运输至厂。

### 6.2.2 黄色秸秆燃料运输

鉴于华北地区小麦和玉米单户分散、两季循环种植的特点，其秸秆收集分散且时间短暂，只能利用国内小型捡拾打捆设备将秸秆打成密度较小的小方捆运输到收储站，再打捆成锅炉燃烧所需的标准料包。

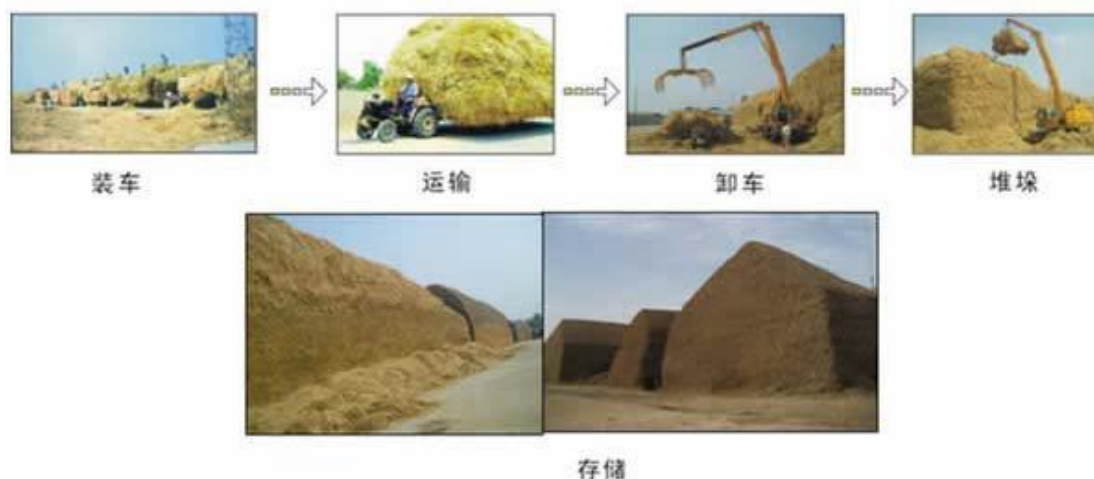


图 6.2-1 燃料处理流程图

## 7 安装布置原则及优化布置

- 7.1. 在满足生产工艺流程合理顺畅条件下，其功能分区要明确，布局疏密得体，建筑构图整齐美观协调。总体规划应因地制宜、合理布置、协调一致，提高整体效果和水平。
- 7.2. 在电厂一侧设置燃料中心堆场，保证电厂燃料来源。
- 7.3. 合理规划电厂出入口，做到人、货分流，避免相互干扰。电厂设三个出入口，一个人流出入口、两个货运出入口。









图 7.1-1

秸秆电站厂区布置效果图

## 8 设计和审查中常遇到的问题

目前秸秆直燃发电还存在一定的问题：

### 8.1 对生物质燃烧特性研究不足

与电厂燃煤发电相比，秸秆具有水分和挥发分较高，灰分、热值、灰熔点较低等特点。此外，由于秸秆中碱金属含量较高，某些类秸秆（如稻草）中的氯离子含量较高，增加了烟气对受热面的腐蚀速度。

设计收资时应应对各类秸秆的成分分析、掺混比例等进行详细调查，了解实际收集、打捆、到厂的秸秆成分，尤其是含水率，这将直接影响到锅炉选型以及上料系统的选择。

### 8.2 缺乏核心技术和设备

在秸秆打捆机、锅炉入炉解包装置等设备方面，由于缺乏核心技术，造成进口设备价格高、国产设备使用不过关的现象。



### 8.3 发电运营成本较高

秸秆直燃发电成本约为煤电的 1.5 倍，故秸秆发电执行标杆电价 0.75 元/kW.h。



### 8.4 秸秆燃料组织困难，造成工程投产后无燃料

8.4.1 收购难。主要是农民出售秸秆的意识不强，存在惜售心理。





8.4.2 储存难。由于农作物收购具有很强的季节性要求，不能做到均衡连续的收购，发电企业一般至少需要储存半年的秸秆量，且秸秆密度小，还需防雨、防潮湿、防火和防雷，故占地大，投资和维护费用大。



秸秆堆放区



秸秆堆放场着火救援



8.4.3 运输难。秸秆密度小，运输量巨大，会对公路运输造成影响。为方便运输、节约费用，需投入大量资金购买打捆机，且对运输车辆有特别要求。





## 9 工程投资及控制工程造价措施

### 9.1. 工程投资

根据目前掌握的国内投产项目运作情况，秸秆电站的单位投资造价约 1 万元/kW。

### 9.2. 控制造价措施

- 9.2.1. 做好秸秆的资料调查，落实秸秆的收、储、运。
- 9.2.2. 根据秸秆资料，做好锅炉选型。
- 9.2.3. 根据秸秆资料（整料捆包、散料），做好上料系统选型。