

山东费县生物能源化 综合利用项目

可行性研究报告



山东永能生物热电有限公司

2015 年 11 月

目 录

目 录.....	2
第一章 概述.....	1
1.1 编制内容及编制依据.....	1
1.2 项目基本情况.....	1
1.3 项目建设单位情况.....	2
1.4 项目建设的必要性.....	4
1.5 主要设计原则.....	9
1.6 工作简要过程.....	10
第二章 生物原料的收集和供应.....	11
2.1 生物资源总量的调查说明.....	11
2.2 农作物生物原料的调查.....	12
2.3 生物资源消耗量.....	25
2.4 生物原料成分分析.....	26
2.5 生物原料收储运体系.....	29
2.6 原料价格机制及工作流程.....	33
2.7 相关技术要求.....	38
2.8 资源竞争分析.....	40
第三章 电力系统.....	42
3.1 电力系统概述.....	42

3.2 接入系统方案.....	43
第四章 机组设备选型.....	44
4.1 工程建设规模.....	44
4.2 设备选型.....	44
第五章 建厂条件.....	49
5.1 厂址概述.....	49
5.2 地理位置和交通运输.....	51
5.3 供水水源.....	52
5.4 工程地质及地震烈度.....	53
第六章 工程设想.....	57
6.1 厂区总平面布置.....	57
6.2 原料运输系统.....	59
6.3 主厂房布置.....	61
6.4 沼气及基质片有机肥生产系统.....	62
6.5 供排水系统.....	63
6.6 软化水处理系统.....	67
6.7 电气部分.....	68
6.8 热控部分.....	76
6.9 土建部分.....	78
6.10 消防.....	80
第七章 环境保护.....	82
7.1 环境概况.....	82

7.2 采用的环境保护标准.....	83
7.3 设计依据.....	83
7.4 工程简介.....	84
7.5 主要污染物.....	84
7.6 环境监测和管理.....	86
7.7 环保投资估算.....	86
第八章 劳动安全与工业卫生.....	87
8.2 劳动安全职业卫生部分.....	87
8.3 综合评价.....	90
第九章 节约和合理利用能源.....	91
9.1 项目概况.....	91
9.2 项目节能的意义及节能工作重点.....	91
9.3 用能标准和节能规范.....	91
9.4 能耗状况和能耗指标分析.....	92
9.5 节能措施和节能效果分析.....	94
9.6 结论.....	98
第十章 劳动组织及定员.....	99
第十一章 工程实施条件和轮廓进度.....	100
11.1 工程实施条件.....	100
11.2 工程建设的轮廓进度.....	101
第十二章 投资估算及财务评价.....	102
12.1 投资估算.....	102



第十三章	结论和建议.....	105
13.1	主要结论.....	105
13.2	建议.....	106

第一章 概述

1.1 编制内容及编制依据

1.1.1 本可研报告根据下列文件和资料进行编制

- 1、《中华人民共和国可再生能源法》
- 2、《国务院关于全面推进农村税费改革试点工作的意见》
- 3、《中华人民共和国节约能源法》
- 4、《可再生能源发展“十二五”规划》
- 5、《畜禽养殖业污染物防止技术规范》
- 6、《沼气工程技术规范》
- 7、《规模化畜禽养殖场沼气工程运行、维护及安全技术规范》
- 8、《规模化畜禽养殖场沼气工程设计规范》
- 9、地方政府提供的文件资料

1.1.2 编制内容

1、山东费县生物能源化综合利用项目厂区范围内生产及辅助生产设施的建设、厂区外生物能源收购站点的建设及相关配套工程的建设等。

2、编制工程投资估算，并作出财务评价。

1.1.3 属于本工程以下内容，由我司另行委托其它有关部门完成。

- 1、电力接入系统可研报告。
- 2、工程地质及水文地质报告。
- 3、环境影响报告书。

1.2 项目基本情况

- 1、项目名称：山东费县生物能源化综合利用项目
- 2、建设单位：山东永能生物热电有限公司

3、建设内容：

本项目以中国农业大学为技术依托，山东永能生物热电有限公司为主体，以农作物秸秆为主要原料，动物粪便为辅料，利用秸秆微生物预处理技术及厌氧共发酵高效产气技术大规模生产沼气，沼气进入生物质循环流化床锅炉与生物秸秆掺烧；产生中温中压蒸汽，通过汽轮机带动发电机发电；又以沼气发酵过程中产生的秸秆沼渣为基料生产食用菌；再回收熟化的蘑菇菌糠（废料）为原料配制新型的水稻、蔬菜、花卉的育苗基质以及高效作物专用有机肥。

项目将秸秆、猪粪高效沼气发酵和热电联产相结合，可以最大限度的实现费县农业废弃物的高效转化；将蘑菇栽培料和农作物栽培基质生产多项技术与沼气工程有机的连接，使沼气生产的副产物沼渣的附加值比传统有机肥提高 10 倍以上，本项目的多种产品一电、热、蘑菇栽培料、水稻蔬菜育秧基质和作物专用有机肥均为目前社会急需的产品，具有极其广阔的市场前景。

4、建设规模：根据项目所在地费县可利用的果树枝、秸秆、果壳、果蔬秧和新庄镇生猪养殖粪便等生物资源情况，新建生物热电厂。本项目的建设规模为：年处理农林生物量 30 万吨，生猪粪便 15000 吨。

1.3 项目建设单位情况

1、本项目的企业法人：山东永能生物热电有限公司

2、公司概况：

山东永能生物热电有限公司成立于 2015 年 8 月 7 日，是山东永能节能环保服务股份有限公司的全资子公司。山东永能生物热电有限公司是致力于新能源产业新模式、发展农林产业高技术、打造农林产业新标杆的高新技术企业。秉承“科技创新、厚德载物，绿色能源，持续发展”的企业文化，做大新能源产业，取自然绿色之能源，德惠广大用户。

公司将开展多方向、跨领域的高新技术产品研究，依托于全国高等院校及



科研院所，开发低碳、节能、减排的新能源科技产品，服务于农林产业与民用、工业领域。公司本着让新能源产品广泛应用于生产与生活的思路，励精图治，不断开发新产品、新技术。

山东永能节能环保服务有限公司成立于 2011 年 8 月 3 日，是国家发改委审核备案的节能服务公司，致力于节能环保能源管理综合服务机构，获得“高新技术企业”认定，注册资金 3000 万元。山东永能节能环保服务有限公司经过几年的快速发展，在节能服务领域已经具有很高的知名度，并创造了很多具有自主知识产权的专有技术，为适应公司日益增长的业务需要和市场需求，公司于 2014 年 12 月更名为山东永能节能环保服务股份有限公司，并于 2015 年 10 月 21 日在新三板成功挂牌，股票名称“山东环保”，股票代码 833778。

公司以“服务于用户、服务于社会”为宗旨，秉承“事求卓越、和谐共赢、科技为先、共创明天”的企业精神，将政府的节能管理目标与企业的能源节约目标作为我们的工作目标，坚持走创新之路，用先进的产业经营理念、科学的质量管理体系、完善的售后服务体系作保证，为客户提供能源管理的一站式服务和整体能源系统的综合解决方案，以真诚、创新、专业、高效的服务为中国节能产业的发展作出积极贡献，打造了一支具有丰富经验的从事节能行业的高技术人才团队，成为建设“节约型社会”的骨干力量。

公司为客户提供能源管理的一站式服务和整体能源系统的综合解决方案，包括关键节能技术和产品提供、成套集成技术服务、信息化服务、智能绿色运营服务，在煤炭行业、建筑行业、钢铁冶金行业积累了先进的技术和丰厚的业绩。

公司坚持“技术为先”的战略，坚持“自主研发”和“引进、吸收、创新”相结合的技术应用路线，形成自主开发与引进技术互补的技术格局。

自主开发能源信息监测系统、室内温度监测系统、电梯节能与安全运行系

统、冷库节能等技术，已申请多项技术专利和软件著作权，并获得 1 项授权。积极参与行业标准的编制，编制完成济南市建筑行业能耗监测技术规范。

1.4 项目建设的必要性

1.4.1 符合国家能源产业政策

开发新能源是国家能源发展战略的重要组成部分，《中华人民共和国电力法》规定：“国家鼓励和支持利用可再生能源和清洁能源发电，国务院《关于发布实施（促进产业结构调整暂行规定）的决定》指出：坚持节约优先，立足国内，煤为基础，多元发展，优化能源结构，构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系”，“积极扶持和发展新能源和可再生能源产业，加快发展风能、太阳能、生物能等”。

2005 年 2 月 28 日全国人大通过了《中华人民共和国可再生能源法》，鼓励可再生能源发展的其他相关细则也陆续出台。国家发展改革委颁布了 2006 年 13 号文，制定了上网电价优惠政策以及附加电价全国分摊的激励政策。2008 年初国家发展改革委和国家电监会联合下发《关于可再生能源电价附加补贴和配额交 1-9 的通知》和《可再生能源电价附加收入调配暂行办法》，对 2007 年 1—9 月风力发电和生物能发电两类共 75 个可再生能源项目给予了临时电价补贴政策。国家发改委在《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》将“生物直燃、气化发酵技术开发与设备制造列为鼓励类”。

2010 年 7 月国家发改委下发了《国家发展改革委关于完善农林生物发电价格政策的通知》（发改价格(2010)1579 号）统一将农林生物原料发电上网销售电价调至每千瓦时 0.75 元，充分体现了国家对生物生物原料发电的高度重视，《可再生能源“十二五”规划》指出：十二五时期，新增生物发电 750 万千瓦”。

1.4.2 节约能源，缓解煤炭供应紧张

我国面临一次能源短缺与环境问题的严峻挑战，开发和利用拥有巨大资源

保障、环境友好的绿色新能源是事关我国国民经济可持续发展、国家安全和会进步的重大课题。山东费县生物能源化综合利用项目是利用小麦秸秆、玉米秸秆、花生秧、林木剪枝、果壳、花生壳、果蔬秧等生物原料，按设备额定负荷下年利用 8000 小时计算，本工程年利用生物原料 30 万吨，折合节约标煤 16 万 t，能源替代作用和节约作用十分显著，对当地的节约能源会起到促进作用，同时对提高费县清洁能源供应比例将发挥积极作用。

1.4.3 变废为宝，综合利用

中国的生物能十分丰富，现每年仅农作物产生的生物原料量就达 7 亿吨，相当于 3.5-4 亿吨标准煤炭。拟建厂址 30 千米半径范围费县区域内农林生物资源可供应量为 84.5542 万吨，其中：农作物生物原料资源可供应量为 37.2609 万吨（小麦生物原料资源可供应量为 14.6911 万吨、玉米生物原料年资源可供应量为 12.5514 万吨，大豆生物原料秆资源可供应量为 0.9420 万吨，花生生物原料资源可供应量为 6.8202 万吨，棉花生物原料资源可供应量为 1.2499 万吨，烟叶生物原料可供应量为 1.0063 万吨），果木生物资源可供应量为 47.2933 万吨。

山东费县生物能源化综合利用项目的实施，将这些资源转化为宝贵的电力和清洁能源，开拓可再生能源利用的新领域，充分实现资源的变废为宝和综合利用，节约大量的一次能源。

1.4.4 促进地方经济发展

费县位于山东省东南部，地理坐标为东经 $117^{\circ}36' - 118^{\circ}18'$ ，北纬 $35^{\circ} - 35^{\circ}33'$ ，北依蒙山，与蒙阴县、沂南县相连；南靠抱犊崮，和临沂市兰山区、苍山县毗邻；东与兰山区接壤；西和平邑县搭界。东距临沂市 40 千米，距连云港、日照港 100 千米，距青岛港 200 千米。东西长 63 千米，南北宽 58 千米，总面积 1660.11 平方千米，辖 12 个乡镇，475 个行政村，82.5 万人，是中国板栗之

乡、核桃之乡、西瓜之乡，先后被评为全国经济林产业示范县、全国惠农工作先进县、全省信访工作先进县、平安山东建设先进县、山东省最佳投资城市、省级园林城市和省级卫生县城、全省小型农田水利重点县，通过了省级文明城市验收。根据费县农业局资料，费县拥有耕地面积 101 万亩，2012 年费县粮食播种面积 80.3 万亩，油料作物播种面积 27.88 万亩，本项目拟建厂厂址 48 千米半径区域内费县县境内涉及 12 个镇的果园果木生物年总产量 106.4454 万吨。拟建厂址 30 千米半径范围费县区域内农林生物资源可供应量为 84.5542 万吨，可满足本项目年耗生物量 30 万吨的需要。

本工程建成后总计 25MW 发电机组, 按年利用小时 8000 小时计算，年总发电量 1.57 亿千瓦时，年供电量 1.41 亿千瓦时，年产生物有机肥 10000 吨，年供蒸汽量 46.4 万吨，年产蘑菇菌棒 1.8 万吨，生物基质片 2000 万片，年平均营业收入 17802 万元，年补贴收入 1972 万元，年平均营业税金及附加 193 万元。提高当地工农业生产水平、经济发展水平的同时，在一定程度上对费县电网形成有效的支撑。

1.4.5 改善农村经济结构，增加农民收入

山东费县生物能源化综合利用项目的建设，使农林生物资源变废为宝，可有效增加农民收入，有助于解决“三农”问题。据测算，本工程建成后，年收购生物资源费用约 3975 万元，热电厂生产可提供就业岗位约 100 个，燃料收购及运输也为农民提供了就业机会，同时增加了当地农民的收入，为农村经济带来新的活力，在一定程度上改善了农村的经济结构，开辟了惠农的新途径。

1.4.6 改善环境，促进农村文明建设

山东费县生物能源化综合利用项目的建设开辟了生物利用的新途径，促进了农村经济发展和新农村文明建设，并且从根本上解决了生物原料在田间焚烧的问题。工程投产后，减少了二氧化硫排放、二氧化碳的排放，改善了当地的

大气环境质量，同时减少了烟雾对交通的影响，降低了火灾隐患。

1.4.7 沼气项目建设是发展循环经济，建设资源节约型、环境友好型社会的需要

随着国家城镇化建设速度的加快，区域有机废弃物面源污染问题日益突出，禁止秸秆焚烧已成为各级地方政府最为棘手的任务之一；畜禽养殖业污染已经成为农业污染之首。据中国环保部和农业部公布的数字，2010 年中国畜禽养殖业排放的（COD）化学需氧量和氨氮分别达到 1184 万 t 和 65 万 t，占全国排放总量的 45%和 5%，占农业源的 95%和 79%。有机废弃物如不妥善处理将对人们的食品安全和生存环境产生严重的影响。

项目涉及发展循环经济，循环利用农作物秸秆、畜禽粪便等有机废弃物，经过厌氧发酵生产沼气用于发电供热，沼渣可生产蘑菇栽培料、水稻蔬菜育苗基质和作物专用有机肥，用于代替传统化石能源和农业急需的生产资料，使有机废弃物增值，这就形成了资源的循环开发利用。

在这个循环中，一方面变废为宝，把有机废弃物变成了沼气工程发酵原料，节约大量资源；利用沼渣生产的蘑菇栽培料、水稻蔬菜育苗基质和作物专用有机肥，促进农业生产可持续发展。另一方面，实现了区域废弃物的循环再利用，防治有机废弃物的面源污染，改变了区域生态环境脏、乱、差局面；有效地保护了环境，维护和改善生产条件，增强相关产业发展后劲，实现区域生态良性循环，有利于建设资源节约型、社会友好型社会。

1.4.8 水稻无土育秧基质是保护耕地土层，解决水稻生产日益难求的育秧“床土”的重要生产资料

水稻机插及其育秧技术已在东北稻区、长江中下游单季稻区、南方双季稻区及西南稻区大面积推广应用。全国机插总面积达 1.05 亿亩（4.5 亿多亩中）。旱育秧-机插配套技术已成为水稻高产稳产的重要保障，而床土是旱育秧所必不可少的资料。曾经解决床土靠挖取腐殖土、河床土、旱田耕层土。而这些资源

已耗尽，取土越来越难。以我国重要的优质水稻商品粮基地东北为例，2013 年东北三省水稻播种面积达 8135 万亩（黑龙江 5950、吉林 1220、辽宁 965 万亩，）占全国水稻播种面积（45435 万亩）的 17.9%；水稻总产量达 4171.8 万吨，占全国水稻产量（20275 万吨）的 20.6%。每年挖取 16.27 万亩耕地（1:500 水田），严重威胁着“黑土地”质量和水稻生产的可持续发展。其他产区，如山东南部地区及黄河沿岸县市随着旱育秧-机插技术的推广，育秧床土难取问题也日益凸现。可替代“人工床土”及配套技术的研发推广迫在眉睫，是关系我国保护耕地，保障粮食安全和农业可持续发展的战略任务。

鉴于此，本项目组以解决东北及山东地区水稻生产中面临的破坏耕地土壤的严峻问题和水稻可持续稳产高产的育苗技术为目的，经过技术突破，创制革命性的技术产品-“水稻无土育秧基质”，并研究系列配套生态育秧技术，将其产业化示范。

1.4.9 蔬菜育苗基质的工业化生产是山东蔬菜发展产业化之路的重点

山东是传统的蔬菜产区,自 1991 年以来,山东蔬菜的面积、产量和产值一直位于全国首位。2012 年全省蔬菜播种面积达 208 万公顷,总产量达 10786 万吨,总产值 1700 亿元。山东蔬菜产业的发展主要表现在蔬菜生产高速增长、蔬菜保护栽培迅猛发展、蔬菜产业在全省农业和全国蔬菜业的地位十分突出。产业的飞速发展促使蔬菜的生产由传统的个体形式向科学化、集约化、商品化和市场化的现代产业化生产转变。作为蔬菜种苗产业化重要组成部分的工厂化育苗已成为山东蔬菜发展产业化之路的重点。而作为蔬菜工厂化育苗必备的无土育苗基质成为重中之重。

目前基质研究开发中存在基质材料的开发力度不够，商品化基质少，基质的基础研究薄弱，缺乏基质产品质量评价标准等问题。截至今日，栽培及育苗基质仍大量采用草炭、珍珠岩、蛭石等传统基质，新开发的基质材料仍存在各

种缺陷和不足，可进行商品化生产的基质材料很少。

而秸秆沼气发酵后的沼渣，其结构颗粒粒径、形状、孔隙度等各方面均符合作为蔬菜育苗基质材料的要求；同时经过长期的厌氧发酵，沼渣中对蔬菜育苗有害的好氧微生物受到了抑制，安全性大大提高。本项目技术负责人经过多年研究，结合沼渣的特点和不同蔬菜育苗的差异，开发了多种蔬菜专用育苗基质，并实现了商业化大规模生产。

本项目计划新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，将本项目建设成为循环经济的示范工程。

本项目建成后，既解决了当地较丰富的生物资源，又为广大生猪养殖户解决了畜禽粪便处理的问题，减少了环境污染，节约了能源。建设生物热电工程，既利于费县经济的可持续发展，又改变了传统的能源结构，环保和节能效益显著，对构建资源节约型和环境友好型社会具有积极的推动作用，符合国家新能源产业政策和有关规划。

综上所述，项目建成后能有效利用当地的生物资源，增加农民收入，解决了养殖户的粪便处理问题，促进了社会主义新农村建设。此外，项目所在地交通运输、水源及接入系统等建厂条件十分的便利，有利于本项目的进一步实施。因此，本项目的建设实施是必要的、有保障的。

1.5 主要设计原则

本工程的设计原则为：技术先进、方案合理、节能环保、经济适用、符合国家新能源产业政策，保证工程建成后安全可靠，以合理的投资获得最佳的经济效益和社会效益。

1、本项目利用中国农业大学的高效生物发酵新技术建造的沼气罐，并在合

理、可靠的前提下，选择国内成熟的生物质循环流化床锅炉和高效能抽凝式汽轮发电机组，并且尽可能的配套采用国产辅助设备，以达到节约工程投资、鼓励自主创新的目的。

2、项目的建设要充分考虑当地可获得的生物资源量来确定。为使生物资源供应量在一定时间内保持相对稳定，必须保证可获得的生物资源量。

3、选择生物循环流化床锅炉需具备适应生物原料的特点，保证锅炉稳定连续运行。确定生物收集的基本方式是：分散收集、集中存储的运行模式。

4、本项目利用区域有机废弃物通过厌氧发酵规模化热电联产，同时利用沼渣生产蘑菇栽培料和水稻蔬菜生产中必不可少的育秧基质，以及作物专用有机肥，将多个新兴产业连接起来，完全符合国家循环经济和能源战略的要求，大大提高新兴产业的生命力。

5、项目采用先进成熟的工艺及设备，配套环境保护及综合利用设施，建设规模、产品结构确定合理，市场广阔，产品竞争力强，原料、辅助材料有保障，燃料、动力及建设地点均满足项目建设的需要。项目建设起点高，生产上规模，综合利用价值高，社会竞争能力强。项目完成后具有很好的经济效益及社会效益。

6、本项目主体工程建设时，要求布局合理，全面安排，主体工程与环境保护、安全和卫生设施同时考虑。厂房内各系统的技术要求先进、经济合理。

1.6 工作简要过程

我司在费县县政府的协调组织下，组织相关技术人员进行了前期的资料的收集整理工作，在充分了解到项目建设地的厂址条件、当地生物资源的分布、生猪养殖户的分布情况、建设项目水源、交通运输、电气出线等建厂条件及环保状况、政策配套等情况，并在此基础上编制完成了本项目的可行性研究报告。

第二章 生物原料的收集和供应

2.1 生物资源总量的调查说明

2.1.1 费县概况

费县位于山东省东南部，地理坐标为东经 $117^{\circ}36'$ - $118^{\circ}18'$ ，北纬 35° - $35^{\circ}33'$ ，北依蒙山，与蒙阴县、沂南县相连；南靠抱犊崮，和临沂市兰山区、苍山县毗邻；东与兰山区接壤；西和平邑县搭界。东距临沂市 40 千米，距连云港、日照港 100 千米，距青岛港 200 千米。东西长 63 千米，南北宽 58 千米，总面积 1660.11 平方千米，辖 12 个乡镇，475 个行政村，82.5 万人，是中国板栗之乡、核桃之乡、西瓜之乡，先后被评为全国经济林产业示范县、全国惠农工作先进县、全省信访工作先进县、平安山东建设先进县、山东省最佳投资城市、省级园林城市和省级卫生县城、全省小型农田水利重点县，通过了省级文明城市验收。

项目拟建厂址：费县胡阳镇。

本工程使用原料为当地果木剪枝、果壳、果蔬秧及木材加工废料等生物原料，其中以小麦秸秆、玉米秸秆、大豆秸秆、树皮、果木剪枝、果壳、花生壳、烟叶梗、果蔬秧等为主要原料来源。同时利用新庄镇 100 余户生猪养殖户的猪粪便制沼气。

生物原料具有分布范围广、体积蓬松、密度低及随着农作物的成熟与收获呈季节性生产等特点，生物原料的收购、储存、运输及价格是项目建设中十分重要的基础性工作，它是影响生物热电项目正常运行的重要因素。因此在项目的前期工作中，对生物资源的深入调查和分析，进行可供应量的研究是确定项目的关键环节之一。

2.1.2 生物资源的调查原则

在政府政策性支持的前提下，按照商业化运作的原则；生物原料的产量与

相应的生物原料生成量的比值（草谷比）、收集运输过程中的损耗等基础性参数均通过走访、现场采样、分品种测定实测值的原则；在各种生物原料资源量预测和预算时，采取尽可能保守的原则。

2.1.3 生物资源的调查范围、方法及内容

在生物原料方面，重点对合理收购半径范围内农作物的种植面积、产量、生物原料量进行了调查，期间走访了本厂址半径 48 千米范围的费县境内的探沂镇、胡阳镇、马庄镇、新庄镇、朱田镇、费城办事处、薛庄镇、上冶镇、南张庄乡、石井镇、梁邱镇、上田庄乡共 12 个乡镇。通过与部分乡镇及村相关领导和村主任沟通，获得其所在辖区内耕地、农作物、牲畜、林木等相关数据，通过这些数据的分析，再与费县统计年鉴进行对比，得出较为客观的与山东费县生物能源化综合利用项目生物原料收集相关参数，通过计算得出合理收购半径范围内农作物生物原料量和林木废弃物是否能够满足该项目连续、稳定运行的要求，编制完成了《山东费县生物能源化综合利用项目可行性研究报告》。

2.2 农作物生物原料的调查

2.2.1 农作物生物原料资源调查、统计结果

1、农作物实际草谷比

关于草谷比的测算，在生物发电项目建设技术导则（讨论稿，以下简称技术导则）中提到小麦草谷比为 1.3514，玉米草谷比为 1.0101，棉花草谷比 3.4483。山东省农林生物发电发展规划中小麦草谷比为 1.2，玉米草谷比为 1.34，棉花草谷比 1.7，大豆 1.6，花生 1.0。经过实际调查称重，山东省农林生物发展规划中小麦草谷比与实际较相符，费县各乡镇的农作物小麦、玉米实际草谷比略高于这一数值，小麦草谷比在 1.2-1.35 之间，因此小麦草谷比取为 1.25，玉米草谷比为 1.35。棉花草谷比根据实测 1.6，烟叶草谷比经测量为 1.6，果木修剪亩产果木生物 1000 千克。

2、农作物亩产量

实际走访调查中小麦的平均亩产量在 302-395 千克左右，玉米亩产在 412-510 千克左右，大豆亩产在 168-229 千克左右，花生亩产在 243-321 千克左右，棉花籽棉亩产为 260 千克左右，皮棉亩产 71-122 千克左右，烟叶亩产在 155-205 千克左右，采用加权平均法计算各农作物产量如下：

小麦的平均亩产量为 360 千克，玉米亩产为 450 千克，大豆亩产为 200 千克，花生亩产 3018 千克，棉花籽棉亩产为 260 千克左右，皮面亩产 85 千克，烟叶亩产为 180 千克。

3、丰年欠年情况说明

近年来，全县已建成大型水库 1 座，中型水库 7 座，小（一）型水库 21 座，小（二）型水库 66 座，塘坝 837 座，总蓄水量 5.1 亿立方米，其中兴利水 2.92 亿立方米，修干、支、斗渠 980 条，总长 980 千米，其中补砌 330 千米，建大小建筑物 3500 座，打机电井 4000 眼，配套 3500 眼。全县有效灌溉面积由建国初期的 0.16 万亩，增加到 46 万亩，年平均削减洪峰 30%。全县已治理水土流失面积 880 万亩，建水平梯田 64.8 万亩，建水保林 21.2 万亩。费县大力发展民生水利作为践行可持续发展治水思路的着力点和突破点，每年把农村小型水利建设资金落实到位，由专人负责管理，下一步计划以小农水利重点县建设为契机，加快农田水利基本建设，进一步改善农业生产条件。经调查，由于农村水利设施完备，农作物管理、施肥、用药措施及时，粮食产量近 5 年一直没有大的波动等，且保持了连续增产的势头，随着农业水利的进一步建设，粮食产量有望增高，本报告所取数值为平均水平值。

2.2.2 拟建厂址 10KM 半径内农作物生物原料、果木生物资源总量

本项目拟建厂址位于费县胡阳镇，本项目拟建厂址周围半径 10km 费县辖区内主要种植的农作物有小麦、玉米、大豆、棉花、花生和烟叶，还有其他

小粮食作物如绿豆、高稻谷等，普遍耕种习惯为每年九月份收获玉米，10 月底收棉花，空出田地先后种植小麦，一年两季。果园果木包括梨、苹果、杏、桃、山楂、葡萄等，种植面积及生物原料资源见表 2-1。

表 2 — 1 热电厂半径 10 km 范围内农作物、果木种植面积表

乡镇名称	作物类别	种植面积（亩）	乡镇名称	作物类别	种植面积
探沂镇	小麦	61249	胡阳镇	小麦	32711
	玉米	40550		玉米	18690
	大豆	8655		大豆	3230
	花生	25905		花生	22680
	棉花	937		棉花	567
	烟叶	2191		烟叶	0
	果木	9220		果木	552
马庄镇	小麦	29628			
	玉米	12980			
	大豆	2453			
	花生	12739			
	棉花	2298			
	烟叶	4117			
	果木	101470			

生物原料资源总量 = 农作物平均亩产量 × 实际草谷比，由此可以推算出小麦、玉米、和大豆、棉花等生物原料资源总量见表 2 — 2：

表 2 — 2 距厂址 1 0 km 半径费县境内

农作物、果木面积及生物产量

农作物名称	种植面积	农作物亩产	草谷比	生物原料资源
-------	------	-------	-----	--------

	(亩)	(公斤)		总量(万吨)
小麦	123588	360	1.25	5.5615
玉米	72220	450	1.35	4.3874
大豆	14338	200	1.6	0.4588
花生	61324	300	1.0	1.8397
棉花	3802	260(籽棉)	2.72	0.2688
烟叶	6308	180	1.6	0.816
小计	281580			12.5162
果木	111242	1000		11.1242
合计	392822			23.6404

小麦、玉米、大豆、花生、棉花、烟叶生物原料资源总量在本项目拟建厂厂址 10 km 半径区域内费县境内涉及 3 乡镇，年农作物生物原料总产量为 12.5126 万吨，其中：小麦生物原料年总产量为 5.5615 万吨、玉米生物原料年总产量为 4.3874 万吨，大豆生物原料年总产量 0.4588 万吨，花生生物原料年总产量 1.8397 万吨，棉花生物原料年总产量为 0.2688 万吨，烟叶生物原料年总产量 0.816 万吨。本项目拟建厂厂址 10 km 半径区域内费县境内涉及 3 个镇的果园果木生物年总产量 11.1242 万吨。

2.2.3 拟建厂址 30KM 半径内农作物生物原料、果木生物资源总量

本次厂址半径 30 km 范围的资源量调查只限费县范围内的农作物生物原料量和果木生物量，其他县市不在统计范围内。本次厂址半径 30 千米范围的资源量统计，费县县域范围内有探沂镇、马庄镇、新庄镇、朱田镇、费城办事处、薛庄镇、上冶镇、南张庄乡 9 个乡镇。此半径内主要种植的农作物有小麦、玉米、大豆、棉花、花生和烟叶，还有其他小粮食作物如绿豆、高稻谷等，普遍耕种习惯为每年九月份收获玉米，10 月底收棉花，空出田地先后种植小麦，一年两季。

果园果木包括梨、苹果、杏、桃、山楂、葡萄等，种植面积及生物原料资源见

表 2 — 3

表 2-3 距电厂半径 30 km 范围内农作物、果木种植面积表

乡镇名称	作物类别	种植面积 (亩)	乡镇名称	作物类别	种植面积 (亩)
探沂镇	小麦	61249	胡阳镇	小麦	32711
	玉米	40550		玉米	18690
	大豆	8655		大豆	3230
	花生	25905		花生	22680
	棉花	937		棉花	567
	烟叶	2191		烟叶	0
	果木	9220		果木	552
马庄镇	小麦	29628	新庄镇	小麦	25384
	玉米	12980		玉米	12251
	大豆	2453		大豆	1269
	花生	12739		花生	13934
	棉花	2298		棉花	2559
	烟叶	4117		烟叶	4476
	果木	101470		果木	47840
朱田镇	小麦	33406	费城办	小麦	57141
	玉米	20964		玉米	57141
	大豆	3504		大豆	3337
	花生	21796		花生	30198
	棉花	2617		棉花	5512

	烟叶	7440		烟叶	13740
	果木	121873		果木	81541
薛庄镇	小麦	35741	南张庄乡	小麦	21948
	玉米	22350		玉米	18477
	大豆	3115		大豆	1589
	花生	40170		花生	22969
	棉花	532		棉花	280
	烟叶	0		烟叶	1478
	果木	76930		果木	27983
上冶镇	小麦	29261			
	玉米	18910			
	大豆	2287			
	花生	36950			
	棉花	2372			
	烟草	1500			
	果木	5424			

生物原料资源总量农作物平均亩产量×实际草谷比，由此可以推算出小麦、玉米和豆等的生物原料资源总量见表 2-4。

表 2-4 距厂址半径 30 km 半径内

费县农作物、果木面积及生物产量

农作物名称	种植面积 (亩)	农作物亩产 (公斤)	草谷比	生物原料资源 总量 (万吨)
小麦	326459	360	1.25	14.6911
玉米	206607	450	1.35	12.5514

大豆	29439	200	1.6	0.9420
花生	227341	300	1.0	6.8202
棉花	17674	260（籽棉）	2.72	1.2499
烟叶	34942	180	1.6	1.0063
小计	842462			37.2609
果木	472933	1000		
合计	1315395			84.5542

小麦、玉米、大豆、花生、棉花、烟叶生物原料资源总量在本项目拟建厂厂址 30 km 半径区域内费县境内涉及 9 个乡镇，年农作物生物原料总产量为 37.2609 万吨，其中：小麦生物原料年总产量为 14.6911 万吨，玉米生物原料年总产量 12.5514 万吨，大豆生物原料年总量为 1.2499 万吨，烟叶生物原料年总产量 1.0063 万吨。本项目拟建厂厂址 30 km 半径区域内费县县境内涉及 9 个镇的果园果木生物年年总产量 47.2933 万吨。

2.2.4 拟建厂址 48KM 半径内农作物生物原料、果木生物资源总量

本项目拟建厂址向西距离最远的为梁邱镇的马家沟村，是 48 km，向北最远处为大田庄乡的上庄村，是 43 km。本次厂址半径 48 km 范围的资源调查只包含费县范围内的农作物生物原料量和果木生物量，其他县市不在统计范围内。本次厂址半径 48 km 范围的资源量统计费县域上冶镇、南张庄乡、石井镇、梁邱镇、上田庄乡共 12 个乡镇。此半径内主要种植的农作物有小麦、玉米、大豆、棉花、花生和烟叶，还有其他小粮食作物如绿豆、高稻谷等，普遍耕种习惯为每年九月份收获玉米，10 月底收棉花，空出田地先后种植小麦，一年两季。果园果木包括梨、苹果、杏、桃、山楂、葡萄等，种植面积及生物原料资源见表 2-5。

表 2-5 距电厂 48 km 半径范围内农作物、果木种植面积表

乡镇名称	作物类别	种植面积	乡镇名称	作物类别	种植面积
------	------	------	------	------	------

	(亩)				(亩)
探沂镇	小麦	61249	胡阳镇	小麦	32711
	玉米	40550		玉米	18690
	大豆	8655		大豆	3230
	花生	25905		花生	22680
	棉花	937		棉花	567
	烟叶	2191		烟叶	0
	果木	9220		果木	552
马庄镇	小麦	29628	新庄镇	小麦	25384
	玉米	12980		玉米	12251
	大豆	2453		大豆	1269
	花生	12739		花生	13934
乡镇名称	作物类别 (亩)	种植面积	乡镇名称	作物类别	种植面积 (亩)
	棉花	2298		棉花	2559
	烟叶	4117		烟叶	4476
	果木	101470		果木	47840
朱田镇	小麦	33406	费城办	小麦	57141
	玉米	20964		玉米	57141
	大豆	3504		大豆	3337
	花生	21796		花生	30198
	棉花	2617		棉花	5512
	烟叶	7440		烟叶	13740

	果木	121873		果木	81541
薛庄镇	小麦	35741	南张庄乡	小麦	21948
	玉米	22350		玉米	18477
	大豆	3115		大豆	1589
	花生	40170		花生	22969
	棉花	532		棉花	280
	烟叶	0		烟叶	1478
	果木	76930		果木	27983
上冶镇	小麦	29261	石井镇	小麦	25270
	玉米	18910		玉米	20985
	大豆	2287		大豆	2802
乡镇名称	作物类别 (亩)	种植面积	乡镇名称	作物类别	种植面积 (亩)
	花生	36950		花生	15980
	棉花	2372		棉花	2248
	烟草	1500		烟叶	8020
	果木	5424		果木	10780
梁邱镇	小麦	44920	大田庄乡	小麦	6943
	玉米	30038		玉米	5874
	大豆	2238		大豆	0
	花生	24675		花生	9730
	棉花	1650		棉花	752
	烟叶	3320		烟叶	1260

	果木	57030		果木	58214
--	----	-------	--	----	-------

生物原料资源总量=农作物平均产量×实际草谷比，小麦、玉米、大豆、花生、棉花、烟叶生物原料资源总量在本项目拟建厂厂址 4 8 km 半径区域内费县境内涉及 1 2 乡镇，年农作物生物原料总产量为万吨，其中小麦生物原料年总产量为万吨，玉米生物原料年总产量为万吨，大豆生物原料年总产量为万吨，棉花生物原料年总产量为万吨，烟叶生物原料年总产量为万吨。本项目拟建厂厂址 4 8 km 半径区域内费县县境内涉及 1 2 个镇的果园果木生物年总产量 1 0 6 . 4 4 5 4 万吨。系数为 2 5 %。

2.2.5 拟建厂址 10KM 半径内农作物生物原料、果木生物资源可获得量

由此可以得到小麦生物原料、玉米生物原料、大豆秧秆、花生、棉花、烟叶生物原料，果木生物的资源可获得量如下表 2 — 6：

**表 2 — 6 本项目拟建厂址 1 0 km 范围内
农作物生物原料及果木生物资源可获得量情况表**

农作物名称	生物总量（万吨 / 年）	减量系数	生物资源可获得量（万吨 / 年）
小麦	5.5615	0.20	4.4492
玉米	4.3874	0.23	3.3783
大豆	0.4588	0.08	0.4221
花生	1.8397	0.02	1.4718
棉花	0.2688	0.07	0.2499
烟叶	0.1816	0.07	0.1689
果木	11.1242	0.25	8.3432
合计	23.6404		18.4834

在本项目拟建厂厂址 1 0 km 半径费县区域内小麦生物原料、玉米生物原料、

大豆生物原料、花生生物原料、棉花生物原料、烟叶生物原料、果木生物资源可获得量为 1 8 . 4 8 3 4 万吨，其中小麦生物原料资源可获得量为 4 . 4 4 9 2 万吨，玉米生物原料年可获得量为 3 . 3 7 8 3 万吨，大豆生物原料资源可获得量为 0 . 4 2 2 1 万吨，花生生物原料资源可获得量为 1 . 4 7 1 8 万吨，棉花生物原料资源可获得量为 0 . 2 4 9 9 万吨，烟叶生物原料获得量为 0 . 1 6 8 9 万吨，果木生物为 8 . 3 4 3 2 万吨。

2.2.6 拟建厂址 30KM 半径内农作物生物原料、果木生物资源可获得量

表 2—7 本项目拟建厂址半径 3 0 km 范围内

农作物生物原料及果木生物资源可获得量情况表

农作物名称	生物总量（万吨 / 年）	减量系数	生物资源可获得量（万吨 / 年）
小麦	14.6911	0.20	11.7529
玉米	12.5514	0.23	9.6646
大豆	0.9420	0.08	0.8666
花生	6.8202	0.20	5.4562
棉花	1.2499	0.07	1.1624
烟叶	1.0063	0.07	0.9358
果木	47.2933	0.25	35.4699
合计	84.5542		65.3084

在本项目拟建厂厂址 3 0 km 半径费县区域内小麦生物原料、玉米生物原料、大豆生物原料、花生生物原料、棉花生物原料、烟叶生物原料、果木生物资源可获得量为 6 5 . 3 0 8 4 万吨，其中小麦生物原料资源可获得量为 1 1 . 7 5 2 9 万吨、玉米生物原料年资源可获得量为 9 . 6 6 4 6 万吨，大豆生物原料资源可获得量为 0 . 8 6 6 6 万吨，花生生物原料资源可获得量为 5 . 4 5 6 2 万

吨，棉花生物原料资源可获得量为 1.1624 万吨，烟叶生物原料可获得量为 0.9358 万吨，果木生物为 35.4699 万吨。

2.2.7 拟建厂址 48KM 半径费县范围内生物资源可获得量

费县现有近万家木材加工厂，11 个专业木材市场，年加工木材 800 万立方米，实现产值 130 多亿元，占到费县整个工业产值的六成以上，是全国闻名的木材加工之乡，在本项目拟建厂厂址 48KM 半径费县区域内现有板材企业生产制造流水线 1130 条，拥有 4 条以上生产线的企业 180 家，年产各类板材 1500 万立方米，从业人员 11.4 万人，生产各类板材家具销售全国各地，拥有自营出口权的板材企业 48 家，有出口实绩的企业 27 家，实现创汇 7421 万美元。产业前后两端配套。重点发展家具、木地板、门业橱柜、高档装饰板等高科技含量、高附加值的深加工终端产品，大力发展高档家居类、办公类产品及高端木业机械制造配套产品，拉长加粗产业链条，打造全国重要的家具生产基地和最大的人造板生产加工基地。蓬勃发展的木材加工业也促进当地的林木种植业，2013 年杨树丰产林达到 24 万亩，经济林 36 万亩，生态公益林 45 万亩，全县约有 5500 户板皮加工厂，树皮枝桠总量每年约 50 万吨，减量系数取 0.2，可获得量为 40 万吨。

表 2—8 本项目拟建厂址 48 km 半径范围内

农作物生物原料资源、果生物可获得量情况表

农作物名称	生物总量(万吨 / 年)	减量系数	生物资源可获得量 (万吨/年)
小麦	18.1418	0.20	14.5134
玉米	16.0078	0.23	12.3260
大豆	1.1033	0.08	1.0150
花生	8.3587	0.20	6.6869
棉花	1.5787	0.07	1.4682
烟叶	1.3692	0.07	1.2734
果木	59.8859	0.25	44.9144
合计	106.4454		82.1973

在本项目拟厂厂址 48KM 半径费县区域内小麦生物原料、玉米生物原料、大豆生物原料、花生生物原料、棉花生物原料、烟叶生物原料、果木生物资源可获得量为 82.1973 万吨，其中小麦生物原料可获得量为 14.5134 万吨、玉米生物原料年资源可获得量为 12.326 万吨，大豆生物原料秆资源可获得量为 1.015 万吨，花生生物原料资源可获得量为 6.6869 万吨，棉花生物原料资源可获得量为 1.4682 万吨，烟叶生物原料可获得量为 1.2734 万吨，果木生物为 44.9143 万吨。

2.2.8 本项目 48KM 半径费县范围内农作物生物原料、果木、林木生物资源可供应量

根据农林生物发电项目建设技术导则（讨论稿），农作物生物原料可供应量为生物原料可获得量的 30%，果木和林木生物我们也采用较保守的供应保证系数 30%。

表 2-9 农作物生物原料和果木、林木生物资源可供应量汇总表

单位：万吨

种类 距离	半径 10KM 以内	半径 20KM 以内	半径 48KM 以内
小麦	1.3347	3.5259	4.3540
玉米	1.0135	2.8994	3.6978
大豆	0.1266	0.2599	0.3045
花生	0.4415	1.6368	2.0061
棉花	0.0749	0.3487	0.4405
烟叶	0.0507	0.2808	0.383
果木	2.5029	10.6409	13.4743
林木	2.38	9.55	12
合计	7.9248	29.1442	36.6592

拟建厂址 10km 半径费县范围内农作物生物原料、果木、林木生物可供应量为 7.9248 万吨，拟建厂址 30km 半径费县范围内农作物生物原料、果木、林木生物可供应量为 29.1442 万吨。拟建厂址 48km 半径费县范围内农作物生物原料、果木、林木生物可供应量为 36.6592 万吨。

2.3 生物资源消耗量

本期工程装机规模为新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组。抽取 0.49MPa 的过热蒸汽，解决胡阳镇和薛庄镇的工业用汽和冬季采暖用汽。山东费县生物能源化综合利用项目年利用农林生物量为 30 万吨，处理生猪粪便 15000 吨。按项目建厂半径 30KM 费县范围内可供应量为 36 万吨，完全能保证电厂对生物原料的需求。

通过调查核实，以本工程拟建厂址为中心，收集半径 30KM 范围，即全部费县县境内的生物原料可供应量完全能够满足本发电项目年消耗 30 万吨的生物原料的需求。

2.4 生物原料成分分析

按照山东省燃料检测中心提供的生物原料检测报告，费县县境内玉米秸秆、小麦秸秆、棉花秸秆、烟秆、树皮的工业分析结果如下：

表 2-8 玉米生物原料检测结果

检测项目			检测结果
收到基（全）水分，Mar(Mt)%			10.6
工业分析	空气干燥基水分，Mad(%)		9.07
	空气干燥基灰分，Aad(%)		3.79
	空气干燥基挥发分，Vad(%)		70.45
	空气干燥基固定碳，(FC)ad(%)		16.69
空气干燥基氢，Had(%)			4.33
空气干燥基全硫，St,ad(%)			0.08
发热量	空气干燥基高位发热量 Qgr,ad	Mj/kg	16.45
		Kcal/kg	3930
	收到基低位发热量，Qnet,ar	Mj/kg	15.06
		Kcal/kg	3600

表 2-9 小麦生物原料检测结果

检测项目			检测结果
收到基（全）水分，Mar(Mt)%			8.9
工业分析	空气干燥基水分，Mad(%)		8.39
	空气干燥基灰分，Aad(%)		9.31
	空气干燥基挥发分，Vad(%)		65.02
	空气干燥基固定碳，(FC)ad(%)		17.28

空气干燥基氢, Had(%)			4.73
空气干燥基全硫, St,ad(%)			0.21
发热量	空气干燥基高位发热量 Qgr,ad	Mj/kg	15.82
		Kcal/kg	3780
	收到基低位发热量, Qnet,ar	Mj/kg	14.55
		Kcal/kg	3480

表 2-10 棉花生物原料检测结果

检测项目			检测结果
收到基（全）水分, Mar(Mt)%			10.3
工业分析	空气干燥基水分, Mad(%)		9.68
	空气干燥基灰分, Aad(%)		3.09
	空气干燥基挥发分, Vad(%)		69.84
	空气干燥基固定碳, (FC)ad(%)		17.39
空气干燥基氢, Had(%)			4.64
空气干燥基全硫, St,ad(%)			0.11
发热量	空气干燥基高位发热量 Qgr,ad	Mj/kg	17.54
		Kcal/kg	4190
	收到基低位发热量, Qnet,ar	Mj/kg	16.23
		Kcal/kg	3880

表 2-11 烟生物原料检测结果

检测项目			检测结果
收到基（全）水分, Mar(Mt)%			14.7
工业分析	空气干燥基水分, Mad(%)		9.65

	空气干燥基灰分， Aad(%)		2.4
	空气干燥基挥发分， Vad(%)		70.11
	空气干燥基固定碳， (FC)ad(%)		17.84
空气干燥基氢， Had(%)			7.38
空气干燥基全硫， St,ad(%)			0.1
发热量	空气干燥基高位发热量 Qgr,ad	Mj/kg	17.09
		Kcal/kg	4082
	收到基低位发热量， Qnet,ar	Mj/kg	14.01
		Kcal/kg	3347

表 2-12 树皮检测结果

检测项目			检测结果
收到基（全）水分，Mar(Mt)%			8.9
工业分析	空气干燥基水分，Mad(%)		8.44
	空气干燥基灰分，Aad(%)		4.59
	空气干燥基挥发分，Vad(%)		66.48
	空气干燥基固定碳，(FC)ad(%)		20.49
空气干燥基氢，Had(%)			5.20
空气干燥基全硫，St,ad(%)			0.08
发热量	空气干燥基高位发热量 Qgr,ad	Mj/kg	18.61
		Kcal/kg	4445
	收到基低位发热量，Qnet,ar	Mj/kg	17.25
		Kcal/kg	4120

2.5 生物原料收储运体系

2.5.1 收、储、运方案

根据对现场调研资料的分析，结合我国的国情和生物原料的分布情况，费县现生物原料收、储、运模式与全国已经调研的模式基本相同，即分散收集、集中存储的运行模式，方案如下：

1、固定收购点

根据费县地区的种植结构，同时兼顾收购、运输方便的原则，在以本工程拟建厂址为中心，收集半径 30km 范围内，即全部费县范围内，以乡镇为中心，采用垂直管理直接采购模式进行运作，每个生物收购点独立运营管理，共设立 6 个固定生物原料收购点。每个生物收购点内除了建设必要的厂房、料棚建筑外，配置 4-8 台液压生物打包机、生物原料装卸车、生物成型机等，生物收购点内对生物原料进行破碎、挤压、打包等处理。按照电厂统一质量标准，对交售的生物原料进行质检、称重、打包（标准包）、堆垛、保存，并按厂用计划，及时、保质、保量组织运送到电厂。本项目采用多种生物原料，即春天可利用树皮、果木剪枝，夏天利用小麦生物原料，秋冬利用玉米生物原料、棉花生物原料、果壳等，因此秋冬季节生物的存储量最大，其收购生物量可占全年收购总量的 60%，即 18 万吨左右，设计暂以收购站总的贮存量满足电厂生物年消耗量的 60% 考虑，每个收购站设计储存能力 3 万吨，6 个固定收购站总储存量为 18 万吨。

山东费县生物能源化综合利用项目在拟建厂址 30km 范围内拟设 6 个收购点，6 个收购点和收购范围如下：分别位于费县探沂镇（主要负责收购探沂镇、胡阳镇的生物原料及果木生物）；马庄镇（负责收购马庄镇的生物原料和果木生物）；新庄镇（主要负责收购新庄镇、石井、梁邱镇的生物原料和果木生物）；费城办（负责朱田镇、费城办的生物原料）；薛庄镇（主要负责收购薛庄镇、南张庄乡的生物原料和果木生物），上冶镇（负责收购上冶镇，大田庄乡的生

物原料和果木生物)。

每个收购点占地面积 30-50 亩;人员配备 7 人,主要有经理 1 人,计量员 1 人、财务结算人员 1 人,其他工作人员(包括破碎、装卸及后勤人员)4 人;生物原料有的可随购随运。采购点的设置和生物可供应数量需满足本项目运行所需原料量及采购、运输、破碎、成型、打包的需求。每日进厂车辆次数可根据车的装载能力及厂内实际情况确定。

1、临时收购点

为了实现原料的有序收集,在费县境内以农户和民间收购经纪人为搜集者,由他们自筹资金,自行收购,形成临时收购点,进行生物原料的收集、晾晒,达到质量要求后向固定收购点出售,形成一个生物收集网络。网络内各生物临时收购站分别独立经营,运送符合要求的生物原料至固定收购点进行结算。

2、临时收购点的布局:根据生物存量进行布点,生物量大的地域可几个村一点,生物量少的地域可选择中心地域布点,随着收购工作的进一步深入,可继续扩展收购点,发展经纪人队伍。

3、生猪养殖户的猪粪使用集中的水池储存,用专用运输车运送至热电厂的沼气罐,与秸秆一起生产沼气。

4、隶属关系

临时收购点以费县境内的农户和民间收购经纪人为搜集者,由他们自筹资金,自行收购,形成临时收购点,将达到质量要求的生物原料向固定收购点出售,形成一个生物原料收购网络;固定收购点采用垂直管理直接采购模式进行运作,由公司直接建立生物收购点,按照公司的具体要求,实现对生物资源合理有效的调度供应,充分调动多方面积极性,以保证生物原料的可靠收购,同时利于宏观调控供应区内生物收购价格,尽量降低原料成本,提供项目经济效益。

5、运输方式

费县区位优势良好，它毗邻临沂市，直接接收全国第三大批发市场的辐射。交通便利，京沪和日东两条高速公路在境内交汇，兖石铁路，327 国道，017 省道，汶泗公路横穿东西；沂蒙公路、沂邳公路与京沪高速纵贯南北；东距临沂市 40KM，距连云港，日照港 100KM，距青岛港 200KM，全县实现了乡乡通油路、村村通公路，形成了纵横交错的交通网络，费县在全市“米”字形旅游空间中处于中枢位置，区域交通条件优越。当地农村农运车和拖拉机和汽车比较普及，完全可满足电厂对生物的运输需求，收购点向电厂运送可由专用拖拉机、农用车、汽车等车辆进行运输。

在生物固定收购点内，收集的生物原料经处理后堆放在棚内，然后由车辆运送至电厂，车辆由专业运输公司提供。本工程 2 台 75t/h 生物质流化床锅炉及 6 个 4200m³ 沼气罐，每小时最大生物耗量为 43t/h，日耗生物量最大为 1032t，按每车运量为 8t/车，每天运输 12 小时计算，每小时约有 11 辆车进厂，如考虑不均匀系数 1.2，高峰小时进车辆约为 14 辆。

考虑厂址周边路网条件较好，同时交通量不大，而本工程为当地公路交通双向力量增加 30 辆/小时，对当地交通影响很小。

综上所述，生物原料采用汽车运输是可行的。

6、储存方式

山东永能生物热电有限公司所建 6 个固定收购点的主要功能之一为储存，储存能力达到 18 万吨，以备随时调拨及完成非收购季节的生物原料储备，由于这 6 个收购站点不能完全覆盖生物原料收购区域，考虑在地理位置适当的临时收购点进行必要的储备，以做生物原料储备的补充。

7、生物热电厂原料供应流程

生物原料供应流程分为有、收、运、存和保五个环节：

有：主要是生物的存量。生物的产量、特征、品质、种类是否适合生物热电厂的需求；

收：生物原料的收集问题、干湿霉烂等品质分级和控制问题；

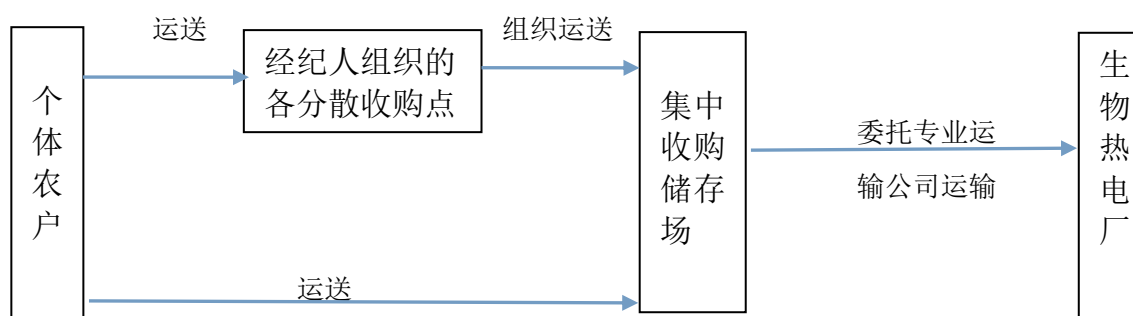
运：生物原料的运输(固定收购点至厂内料场的运输)；

存：存储点设置及生物原料储存的具体要求；

保：质量、安全保证（霉、火、人为破坏等防范），农民有生物原料的一定存量，通过他们自发的送到固定收购站，或由经纪人送到固定收购站。固定收购站的工作人员对生物原料质量严格把关，对存在掺假、掺土、水分系数超标的，制定奖优罚劣，对品质较差的生物原料采取拒收的原则，以控制收购质量并减少储放风险。

8、收购工作流程图

生物热电产业是一个环保的新能源产业，与传统能源火电产业相比较，原料供应是生物热电需要克服的难点。目前存在两个问题，一是如何收购，这与实物流程有关，二是如何核算，这与价值流程有关。现有生物原料收储路线以及收购工作流程参考如下：



经纪人从个散户手中收购生物原料，达到质量要求后，运到公司各固定收购站；各固定收购站对经纪人和农户送的生物原料进行质检、称重、打包、加工、堆垛、储存；并按厂用计划及时、保质、保量地提供生物原料，电厂委托

专业运输公司从固定收购站向厂内料场运输，保证气化炉的原料供应。

2.5.2 固定收购站的设置

根据费县地区的种植结构，同时兼顾收购、运输方便的原则，在费县境内收购半径 30km，以乡镇为中心，设立 6 个固定收集点，每个设计储存能力 3 万吨，总储存量为 18 万吨，采用垂直管理直接采购模式进行运作。

据现场的实际调查结果，每个收购点的设置，均远离村庄（ $\geq 400\text{m}$ ），不占用耕地，利用原乡村废弃场地或是租用村镇现有荒地进行建造。考虑到本项目实施后生物原料运输量大的特点，6 个生物原料固定收购点均布置在公路附近，便于物流运输。且各收购点选择避开当地主导风向的上风向。

每个固定收购点占地约 40 亩，分为厂前区和原料区，在厂区围墙外还设置排水边沟，下雨时雨水经汇集后集中排至厂外。原料区设置原料棚和堆料棚。原料棚上部设置雨棚，场地内采用水泥硬化，棚内设置生物原料切段、粉碎、压缩、打包等工序，打包后的生物原料在堆料棚存储，堆料棚上部封闭，梁下做遮雨板，下部做 2m 高的墙，棚内设通风、消防水池等必要的设施。

该建设模式，能够大大简化生物原料收集点内的工艺流程，提高每个生物原料收集点的工作效率，同时能够减少相关设备投资，降低了生物原料厂外加工程序，节约了大量生物原料收集成本。另外从环境保护角度分析，厂外单个收集点内部设计生物原料破碎工序，能够极大降低厂外收集点内扬尘和噪声的污染，所有的生物原料破碎工序全部在收购点内进行，有利于对破碎扬尘和噪声进行集中处理，能够更为有效的降低破碎过程中扬尘和噪声对周围环境的污染。

2.6 原料价格机制及工作流程

2.6.1 原料价格机制

生物热电联产是一个新兴的新能源环保产业，与传统能源火电产业相比较，

原料供应是生物热电需要克服的难点，生物原料量如何核算、如何定价等问题，与价值流程以及体系有关，国内没有成功的先例可以借鉴。

由于各收购站以及经纪人距厂区距离不等，无法统一其原料运输费用，而生物热电厂也不配备人力、物力逐一对进各收购站以及厂内的原料来源进行落实，所以现阶段公司采用如下的燃料价格核算方法：

(1) 各固定收购站以标准生物原料 220 元/吨的价格从经纪人、农户手中收取，收购试行标准以及检验标准在下面文字讲述。

(2) 各固定站点出库价格为 240 元/吨。

(3) 将生物原料从各固定收购站向厂内料场调拨的过程由公司的运输队负责，运输价格为每吨每公里 4 元。综合各收购站距离公司的远近计算，取平均半径为 15KM，每吨生物原料运输到厂的成本价格约为 300 元/吨。

生物原料收购试行标准

(1) 收购重量换算公式

生物原料收购验级时需 2 人以上共同进行，加权平均后确定。

生物原料的收购认定重量按标准生物原料进行换算，换算公式如下：

$$M=Y \times (1.15-A) \times (1-B) \times (1-C)$$

其中，M 为生物原料的收购认定重量；

Y-生物原料毛重；

A-水分扣除系数；

B-杂质扣除系数；

C-霉腐扣除系数；

W-原料水分含量。

由质检人员评定等级后，按照等级选择扣除系数，代入公式计算最终收购认定重量，具体参照下表：

表 2-13 扣除系数表

项目	水分 (A)	杂质 (B)	霉腐 (C)
一级	$0.9 \times W$	0	0
二级	W	0.1	0.1
三级	$1.2 \times W$	0.25	0.25
等外	拒收		

(2) 杂质、霉腐等级检验标准

表 2-14 杂质等级检验标准

项目	感官标准	备注
一级	原料表面干燥, 茎、根部无明显大块附着物, 原料堆内无大块非原料夹带物	
二级	表面较干燥, 无大块附着物, 堆内有少量其他夹带物	
三级	原料附着物、夹带物较多, 抖动有较多杂质抖落	
等外	杂质夹带严重, 原料附着大块杂质	

表 2-15 霉腐等级检验标准

项 目	感官标准	备注
一级	基本颜色明显，表皮及内部无霉变现象	
二级	颜色略带阴暗、表皮及根部略有发霉现象	
三级	颜色灰黑，表皮及内部可见较大发霉迹象，有霉味	
等外	色黑，质轻，霉变严重	

水分采用相关仪器测定。

(3) 检验的抽样方法

原料质量检验的抽样方法为：按前、后、上、下、中五点取样，粉碎、打包后的原料按总量 0.5-0.8% 均匀分布取样。

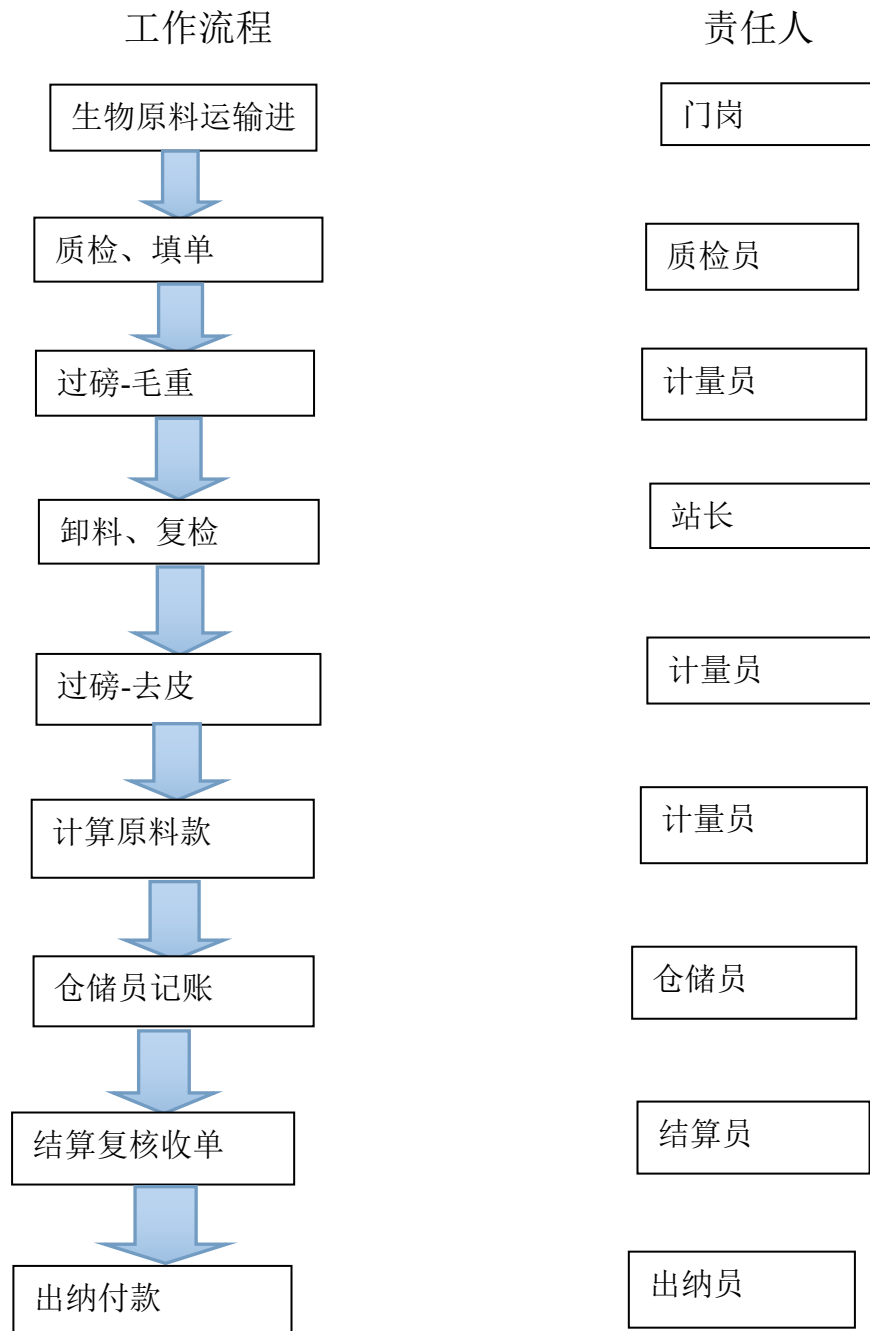
2.6.2 原料质量保障制度

为了确保本公司生物原料收购有充足的货源，严把质量关，杜绝人情关，以保证生物原料的收购质量，避免本公司不必要的经济损失，努力实现互惠双赢，要注意以下几项：

(1) 验级员相互监督：为了消除安全隐患，第一名验级员需在大门口外验收，验级员根据《山东永能生物热电有限公司原料收储运质量管理办法》开验级单后方可进入大门。复检员在大门内检查验级单并详细查看，对第一名验级员进行监督。

(2) 为避免过磅人员的人情，过磅时人车分离，必须实行地磅打印票据。

2.6.3 工作流程



2.7 相关技术要求

生物热电厂在我国是新能源产业，经过这段时间的考察，发现在生物原料的收储运以及上料过程中存在着不少的问题，主要问题有：

（1）生物原料收购较早，现已有部分霉变，并且其中有部分经纪人以旧充新，使生物原料热值较低，达不到质量要求；

（2）成品料中夹有农作物原秆。主要是由于堆垛时叉车带入，还有是在收购成品料时，车主装车时为防止漏料用原秆放在车斗四周而带入的。

（3）生物原料中含土。一是部分经纪人为谋求不当得利，故意在原料中掺土，特别是个别人，在原料中先洒水，后掺土，不容易检验和筛土；二是收购站地面没有硬化，以砂土地最为明显。在铲车装车时，贴地铲料，容易带土，不但影响热值、造成堵料，且容易磨损设备；

所以，在原料的收储运过程中一定要严把质量关，从基础做好，从源头上抓好，杜绝不合格的原料进厂。

生物原料收购的相关技术要求如下：

1、热电厂固定收购点在收购时，原料的相关技术要求为：

（1）水分检验以水分电子测定仪数据为准，水分以 15% 为基础，并对超过部分进行扣除。最高实际水分限定为 30%，超过 30% 水分的原料，厂方不予收购；实际水分低于或等于 15%，水分扣除为零。

（2）杂质的扣除按实际含有率扣除，杂质的检验以感官检验为主。具体控制标准为：杂质含有率控制在 3% 以内。

2、存储过程中的相关技术要求

为保证原料进站后，不减斤，不霉变，不流失，在存储过程中的相关技术要求为：

（1）为使堆垛的生物原料不会霉烂，控制进场生物原料水分是关键，因此

水分>30%以上或更高时必须坚决拒收。

(2) 在堆垛时用机械和自然形成的方法尽量压实。

(3) 原料堆垛高度 8-10 米、宽度 15 米以内为宜。

(4) 原料堆垛之间自然通风距离控制在 3 米左右为宜。必要时在每个站点增设强制通风设备系统，用于对每个垛位进行定期通风处理，并定期倒垛，确保存放的生物原料不会霉烂。

(5) 为防雨雪天气造成生物原料浸水，在每个垛位的顶部设置盖棚，再盖油布或塑料布。

3、各收购站以及厂内原料的防火安全问题

(1) 生物原料的自燃条件

生物原料都属于发酵放热类物质，自燃一般需要经过生物、物理和化学等综合反应才能发生。在常温下，当原料水分在 15% 以上，细菌和真菌活动能力较强，生物中少量的果胶、糖、淀粉等成分被微生物分解释放出少量热量，当湿度达到 25% 以上，温度达到 30℃ 左右时，纤维素等原料主要成分将发生生物降解，持续释放出热量。

生物原料的自燃一般要具备以下 2 个条件：

第一个条件：原料水分过高；过高的水分将为微生物大量繁殖提供条件。水分过高通常是由于原料收购较早，又来不及充分晾晒便匆忙上垛。码垛时，麦秸等含水量不应超过 20%。

第二个条件：草垛通风不良：在长期储存又无法及时通风的情况下，原料发生生物反应产生的热量会在垛内不断积聚，当温度上升到 70--80℃ 左右时，黄色生物原料将发生炭化，当达到自燃点（麦秸 200℃，木材 250--300℃），即发生自燃，如果通风不良，草垛只见浓烟，当接触到空气或压实不够，垛内空气较多就会产生明火。但小堆或散放生物原料由于通风较好，通常不会发生

自燃。

（2）防火安全问题

收储站原料相关的检测设备必须配备到位。

严格进行原料水分检测，水分高于 20% 的生物原料不能采取堆大垛和压实的存放方式。

增加收储站监控点，对收储站内外情况进行实时监控。

加强堆垛温度监控，应有专人定时检查垛内温度，做好记录，堆垛温度升高至 40-50℃，立即进行打洞散热，堆垛温度升至 60-70℃ 时，应立即拆垛晾晒，并做好灭火准备。

加强收储站内外安全巡逻并做好记录。

加强员工及周边农民的防火安全教育，扩大消防宣传力度，增强农民的消防意识。

与项目所在地政府、相关企业、经纪人、农民处理好社会公共关系。

积极与相关消防部门沟通，研究消防应急预案。

2.8 资源竞争分析

该项目周边规划有三个生物发电项目，分别是：国能临沂生物发电项目，规模为 $1 \times 30\text{MW}$ ，目前已运行，燃料为小麦、玉米、生物原料和林木生物，距离本项目为 25KM。平邑生物发电项目，规模为 $1 \times 30\text{MW}$ ，目前在建，燃料为农业生物原料及林业剩余物，距离本项目为 55KM。兰陵生物发电项目，规划规模为 $2 \times 12\text{MW}$ ，目前在立项阶段，距离本项目 40KM，主要燃料为大蒜秧秆，林业剩余物。

该项目周边规划有三个生物发电项目只有国能临沂生物发电项目已运行，而该项目的原料主要为小麦秸秆、玉米生秸秆、林木生物。由于两项目使用的生物原料，收购半径在 50KM 范围内有部分交叉，但在资源论证时，国能临沂生

物发电项目主要是消耗兰山区和临沭县的生物原料，故国能临沂生物发电项目对本项目生物原料收购影响较小。

另外二家生物发电项目未实施，兰陵生物发电项目，在前期阶段，项目法人未落实，因此对本项目的生物原料收购影响较小。

综上所述，山东费县生物能源化综合利用项目周边存在的生物发电项目与本项目生物原料在收购区域内存在的资源竞争区域较少，且本项目在非资源竞争区域所收购的生物原料量足可满足本项目的需要，故本项目生物原料收购风险较小。

第三章 电力系统

3.1 电力系统概述

截至 2012 年底，临沂市公用电网（不含用户）拥有 500kV 变电站 1 座，变电容量 225 万 kVA；220kV 变电站 23 座，变电容量 774 万 kVA，线路长度 1541.39km；110kV 变电站 95 座，变电容量 723.45 万 kVA，线路长度 1959.05km；35kV 变电站 117 座，变电容量 217.25 万 kVA，线路长度 2151.05km。

截至 2012 年底，临沂市用户电网无 220kV 变电站；110kV 用户变电站 22 座，变电容量 113.9 万 kVA，线路长度 238.8 km；35kV 用户变电站 82 座，变电容量 110.09 万 kVA，线路长度 434.03 km。

费县供电公司是山东电力集团公司所属县级供电企业，担负着县 12 个乡镇的供电任务，电网覆盖面积 1660.11km²。

截止 2013 年底，电网共有 110kV 变电站 7 座，变电容量 323.5MVA；110kV 线路 11 条 170.43km；35kV 变电站 9 座，变电容量 126.6MVA；35kV 线路 17 条 170.43km；10kV 线路 91 条，线路总长 1850.28km。

至 2013 年底，电网共有 2 座 35kV 热电厂、2 座 35kV 水电站、3 座 10kV 水电站装机容量为 21MW，年发电量约为 1.24 亿 kWh。

至 2013 年底，电网全社会用电量值为 17.88 亿 kWh，全社会最大负荷 245.83MW；网供电量为 11.96 亿 kWh，最大负荷 213.26 MW。

费县境内拥有钟罗、员外 2 座 220kV 变电站，变电总容量为 510MW。除接带费县电网负荷外，还接带临沂市 110kV 朱保站、35kV 新桥站、35kV 方城站、35kV 汪沟站负荷。另外费县电网 110kV 薛庄站还通过 110kV 温薛线连接平邑县 220kV 温水站做为备用。

3.2 接入系统方案

3.2.1 接入系统方案

本项目计划新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，发出的电量除满足厂用电外，其余全部上网。工程接入系统方案以 110kV 电压等级与系统相连接，就近接入 110kV 变电站或就近“T”接厂区附近的 110kV 线路。

3.2.2 电气主接线方案

根据工程接入系统方案即以 110kV 电压等级与系统相连接的情况确定主接线方案如下：110kV 侧单母线接线，一回 110kV 联络线接入系统。发电机通过升压变压器接入 110kV 母线。

第四章 机组设备选型

4.1 工程建设规模

根据项目所在地费县可利用的生物资源情况，本项目计划新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.8 2/0.49 型抽凝式汽轮机组，发出的电量除满足厂用电外，其余全部上网。年消耗的生物原料量为 30 万吨，猪粪便 15000 吨。

4.2 设备选型

4.2.1 锅炉炉型选择的原则

(1) 锅炉的容量和建设规模取决于生物质燃料持续、稳定、保质保量供应。费县县农林生物质燃料丰富，但能否有效地组织收购和贮存，仍有不确定因素。因此，本工程考虑了一定的燃料保证系数。

(2) 根据对费县农林生物质燃料性质的分析，玉米秸秆、小麦秸秆和树皮枝桠是比较好的燃料，灰份少、挥发份高、发热量较高、含硫量少，且收集方便，供应可靠，应作为首选燃料。

4.2.1.1 燃烧方式的选择

生物质燃烧技术根据其燃烧形式的不同，可以分为层燃、流化床、悬浮燃烧三种方式，其中较为成熟的有层燃技术中的固定炉排燃烧方式和流化床技术中的循环流化床燃烧方式。本项目选择循环流化床燃烧方式。

4.2.1.1 循环流化床锅炉的特性

循环流化床燃烧具有对燃料优异的适应性以及炉内优越的气固相化学反应

条件和物料循环，在高碱金属生物质燃烧中，对于解决燃料差异带来的燃烧的影响，以及碱金属带来的沉积、腐蚀问题有非常明显的优势，可以通过向炉内添加添加剂的方式解决金属腐蚀问题，可以通过合理布置受热面解决高温腐蚀问题。同时，还可以掺烧沼气、高炉煤气等可燃气，从而使循环流化床的运行更加稳定可靠。

4.2.2 具体装机配置

(1) 循环流化床锅炉

锅炉型号：TG75-3.82/450-SQ

额定过热蒸汽压力：3.82MPa

额定过热蒸汽温度：450℃

给水温度：104℃

排烟温度：120℃

锅炉效率：>86%

数量：2台

(2) 汽轮机

型式：中温中压抽凝式汽轮机

型号：CN25-3.82/0.49

额定功率：25MW

主蒸汽额定压力：3.82MPa

主蒸汽额定温度：450℃

主蒸汽额定流量：160t/h

排汽压力：0.0049MPa

排汽温度：45℃

额定转速：3000r/min

数 量： 1 台

(3) 发电机

型号： QF-25-2 型

额定功率： 25MW

额定电压： 10.5kV

额定电流： 2976A

功率因数： 0.8（滞后）

额定转速： 3000r/min

频率： 50Hz

相数： 3

数量： 1 台

(4) 沼气罐

沼气罐容量： 4200m³

沼气罐型式： 内热式

数 量： 6 个

(5) 水稻育秧基质生产线

原料筛分系统 1 套；

育秧片成型、干燥生产线 3 条，

成品包装系统 1 套，

(6) 有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线

有机肥生产线 4 条，

蘑菇栽培料生产线 2 条，

成品包装系统 1 套

4.2.3 项目燃料消耗量

表 4-1 生物原料消耗量表

项目	秸秆类	剪枝类	果壳类	板厂废料	备注
日耗量（t/d）	7.5	11.25	6.25	12.5	年运行 8000 小时
年耗量(万 t/d)	30				
48KM 内生物供应量（万 t/a）	8	13	5	10	

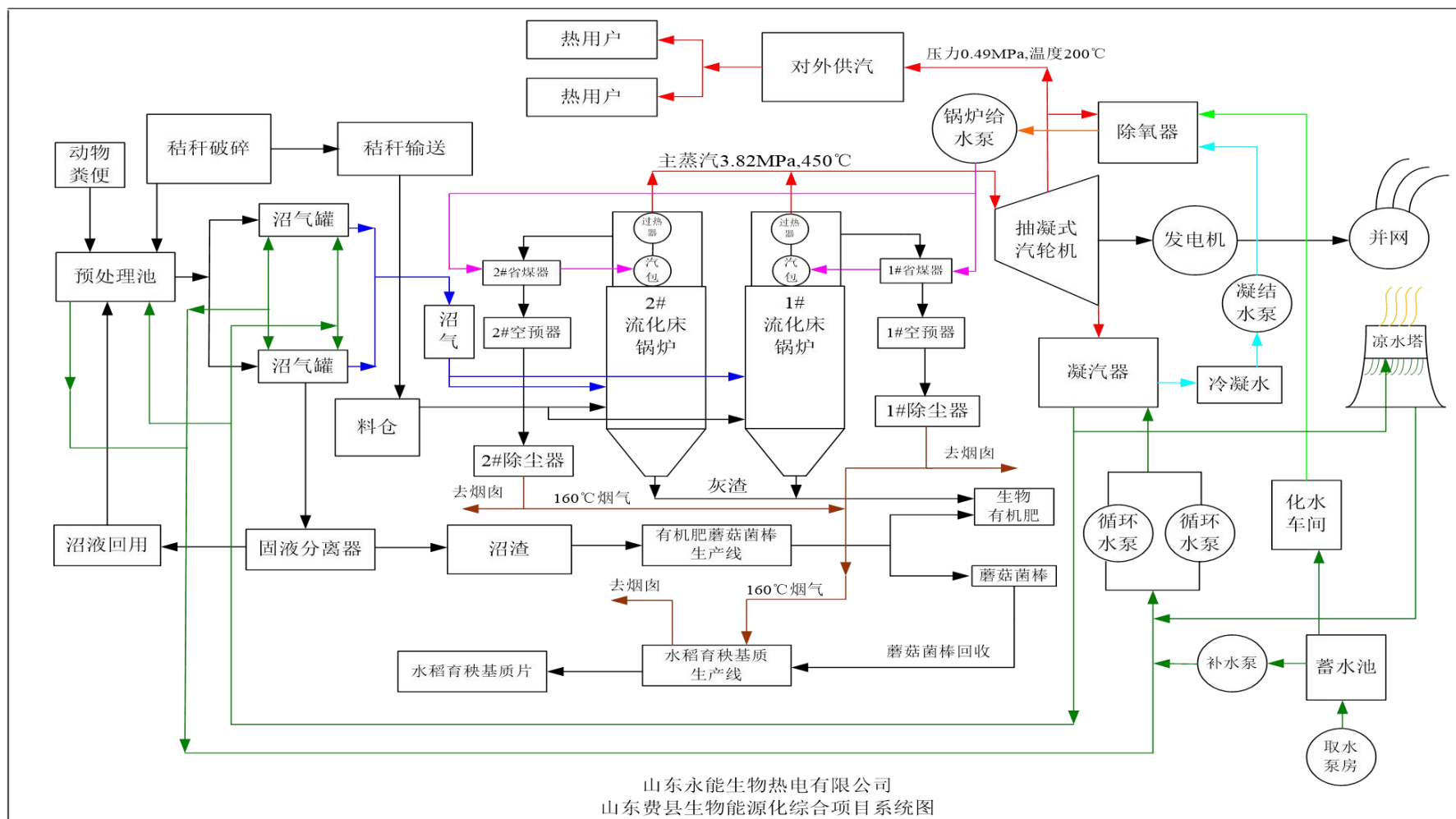
通过上表可以看出，本项目拟建厂址 48km 范围内的农林生物供应量可满足本工程的需要。

4.2.4 装机方案技术经济指标

序号	项 目	单位	计算结果
1	汽轮机进汽量	t/h	159
2	汽轮机凝汽量	t/h	101
3	发电功率	MW	25
4	汽机外供蒸汽量	t/h	58
5	年发电量	万 kwh/a	15700
6	年供电量	万 kwh/a	14100
7	年产有机肥	万 t/a	1
8	年产基质片	万片/a	2000
9	年产蘑菇菌棒	万 t/a	1.8
10	机组年发电利用小时数	h	8000
11	年处理生物质量	万 t/a	30
12	年处理生猪粪便	万 t/a	1.5
13	年处理生物量折合标煤	万 t/a	16



4.2.5 装机方案系统流程图



第五章 建厂条件

5.1 厂址概述

5.1.1 厂址选择

生物原料发电厂厂址选择一般应符合下述基本条件：

1、尽量靠近出产生物原料资源的运输中心位置，以减少大量运送原料的费用，并减少运输环节上给当地交通带来的影响。本项目需要运输的设备及原料通过县境内的 234、342、229 省道和 327 国道进入厂区辅附近的道路内。

2、尽量靠近并网变电站，以减少接入系统投资和建设用地。

3、具有良好的水源条件，便于取水，以满足生物热电厂的用水需要。

4、厂址拆迁的建、构筑物少，以便降低建设投资，减少由拆迁带来社会的矛盾。

5、工程地质较好，无地下文物和可开采的矿藏，地质上能满足热电厂厂房设施对地基的要求。在考虑一般抗震措施后可避免地震的影响。

6、厂址不处于低凹位置，以免受洪水灾害。

项目拟建厂址位于费县胡阳镇吉山。土地性质为费县规划建设用地，符合费县土地利用总体规划。

由于山东永能生物热电有限公司采取的是生物原料高温发酵及流化床燃烧技术，符合国家大力推广的新能源产业项目，属于循环经济模式，污染物的排放极低，不会对附近区域造成环境污染；就周边环境来说，厂址交通、人文环境更成熟，特别是已成熟的交通运输网络可为项目建设节省不少投资。

结合厂址的内、外部建设条件及对周围的环境影响，经综合经济技术评价，厂址位置经济合理。

5.1.2 厂址水文气象

费县属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，光照充足。由于冬季受蒙

古高压侵袭较多，夏季受大陆热低压影响明显，加之海洋气候调和，一般春季干旱多风，夏天炎热多雨，秋天凉爽干燥，冬天寒冷少雨雪。形成了春旱、夏涝、秋又旱、旱涝不均，无霜较长的气候特点。

气温：费县年平均气温一般在 $13.1 - 13.6^{\circ}\text{C}$ ，南部略高于北部，东部和东北部平原偏低，西部山区偏高，年平均气温为 13.6°C 。

风：费县位于中纬度，受季风带影响，春季盛行东风和东南风，夏季盛行南风 and 东 2.7；秋季多为西风和西南风；冬天多为北风和西北风。多年平均风速为 2.7 米/秒。全年以 4 月份风速最大，平均 3.5 米/秒，6 月份最小，为 2.1 米/秒，年最多风向为东风和东南风，频率各占 10%。春季风力最大，秋季风力最小，冬半年多西北风，夏半年多东到东南风。

日照：蒸发和无霜期，费县年平均日照时数为 2532.1 小时。

霜冻通常发生在地面温度低于 0°C 的季节，年无霜期平均为 197 天，最长为 213 天（1969 年），最短为 178 天（1962 年）。

降雨：年 75% 雨分配极不均匀，历年多集中在 6 至 9 月汛期，约占全年降雨量的 75%，且多集 13 在 6 月下旬至 8 月上旬的主汛期。3 至 5 月降雨量，占全年降雨量的 13.5%。12 月至 2 月的冬季降雨量仅占全年的 4.1%。

年际间降雨量不平衡，丰水、枯水年比较悬殊。据代表站降雨量资料分析，最大年降雨量模比系数为 1.45-1.76，一般为 1.56；最小年降雨量模比系数为 0.48-0.66，一般为 0.6 左右。1524 年至 1943 年的 420 年之间，由于年际间降雨不平衡。发生旱灾 71 次，涝灾 67 次。

降雨地区的分布变化大：：一般情况，年降雨量变差系数为 0.25 左右。总的趋势是西南向北及 947 递减，其变化西南及东北大，中部小、山区大、平原小。而南部为 947.1 毫米，北部及东北部为 37.5 毫米，两者差值为 109.6 毫米。

气象要素表 表 5.1-1

气象要素		数 值	单 位
气温	多年平均	12.7	℃
	极端最高	38.5	℃
	极端最低	-15.1	℃
多年平均降水量		752.1	mm
多年平均水汽压		11.4	hPa
多年平均大气压		1010.2	hPa
多年平均相对湿度		69.0	%
多年最大冻土深度		0.70	m
多年平均日照日数		2434	h
多年平均冰雹日数		0.4	d
多年平均雷暴日数		27.3	d

统计年限：1981 年～2010 年共 30 年

5.2 地理位置和交通运输

截止目前，全县拥有等级公路 2065km，其中二级以上公路 370.1 km，三、四级公路 1694.9 km，每百 km² 公路密度达 109.1 km。全县实现了村村通硬化路，形成了以 017 省道、327 国道、方曹路、日东高速公路、文泗公路以及兴郝公路、沂蒙公路、山城路、垛南公路、229 省道组成的五横五纵为主干道，以乡村公路为网络的公路路网，交通状况明显改善。费县经济开发区距全国第三大批发城一临沂市里仅 20 km；境内公路、铁路运输交织成网，四通八达，327 国道与 229 省道在开发区内交汇，开发区东邻京沪高速公路，距义堂出口仅 5 km，北邻日东高速公路，距上冶出口 10 km；兖石铁路横贯开发区东西；开发区距日照海港 160 km，距连云港 150 km，距临沂机场 40 km、济南机场 240 km、青岛机场 320 km。

本工程年消耗生物原料量 30 万吨，每小时最大生物原料耗量为 43t/h，日耗生物原料量最大为 1032t/h。本工程按每车运量为 8t / 车，每天运输 12h 计算，每小时约有 11 辆车进厂，如考虑不均匀系数 1.2，高峰小时进车辆约为 14 辆。本项目厂前道路，路面宽 30m，厂址周边路网条件较好，同时交通量不大，而本工程为当地公路交通双向流量增加 30 辆 / h，对当地交通影响很小。

因此，厂址周围交通便利，能满足工程建设及生产所需大型设备、材料及生物原料的运输要求。

5.3 供水水源

费县境内 12 大小河溪 765 条，有“百库万塘”之称，其中大中型水库 8 座，淡水储量 12.3 亿 m^3 ，人均占有量为全省人均占有量的 3 倍。地下水水质较好，绝大部分属重碳酸盐、钙组、I 型水，PH 值在 6.7-8 之间，适宜灌溉和饮用。

费县河流主要有枋、浚、温凉、涑四条，附属大小支流（3.5km 以上 119 条）共 123 条，总长 987.6km，总流域面积 2123.8 km^2 ，其中费县境内为 1903.75 km^2 ，均属淮河流域，沂河水系。北有上冶、薛庄、方城、杉口青诸河；南有东西沟河和涑河；西有浚河、温凉二河入境，形成北引蒙山水，南集尼山河，蜿蜒汇流于枋入沂的自然水系。其成因多为降雨补给为主，故费县诸河系雨源型河流。

按集水成因分，有枋河、涑河、柳青河等六个集水区域，其间流域面积在 30 km^2 以上（或接近）的河流有 22 条，总长度 446.85km，总流域面积 1934.9 km^2 。其中县内为 1714.8 km^2 ，占全县总面积（1903.75）的 90.1%；流域面积在 10-30 km^2 以下的河流 41 条，总长度为 298.8km，总流域面积为 657.2 km^2 ，占全县总面积的 34.5%；流域面积低于 10 km^2 ，长度在 3.5km 以上河流 60 条，总长度为 250km。在以上河流中，有 10 条流域面积在 90 km^2 以上，唯枋河流域面积最大，计 1744.3 km^2 。

按流入干流水系级别分：一级支流有枋河、涑河、柳青河三条。二级支流有温凉、薛庄、方城、胡阳、朱龙、丰收 6 条河；三级支流有上冶、朱田、古城、新庄、白埠、温河、石井、燕庄、新安、王庄 10 条河。四级支流有红沙、大安 2 条河。附属以上在级支流共 101 条，其级别划分同以上办法以次类推，即较大 41 条，其中间流二级支流 7 条，三级支流 17 条，四级支流 16 条，五级支流 1 条。次之 60 条，其中二级支流 8 条，三级支流 24 条，四级支流 19 条，五级支流 9 条。

上述河流以枋、浚、温凉、涑河为主干、连接大小支流，纵横全县，密如蛛

网，是排涝行洪的主要通道，并对附近地下水起到补给和排泄作用。由于费县地势陡峻、河流源短流急，因而具有汛期洪水暴涨、汛末基本干枯的山洪性河流特征，河水流量变化幅度较大。县内河流中，属沂河水系的流域面积 1827.4 km²，占全县总面积的 96%；属运河水系的流域面积为 76.4 km²，占全县总面积的 4%。枋河是费县主要干河，属沂河水系一级支流。发源于山东省平邑县白彦镇的大筐崮（今名太皇崮），流经山东省费县梁邱镇、费城镇、胡阳镇、探沂镇、新桥镇，临沂市兰山区义堂镇，在临沂城北汇入沂河。枋河流经费县县城的一段又称温凉河，温凉河、浚河相会于南东洲以下习称枋河。枋河的流向自西向东南。费县枋河长 27.1km，河源高程 98.90m，出口高程 81.10m。落差 17.8m，平均比降为 0.73‰，河口宽 500m，总流域面积 1744.3km²，其中县内流域面积为 1524.2 km²，系常流河。

本项目建成后全厂废水经厂区处理后排入沼气罐。本工程生活、生产用水和消防用水采用蒙阳河水。本工程夏季补充水量为 147.2m³/h，冬季补充水量为 69 m³/h，自来水补水量为 3m³/h。全年补充水量为 72.5×10⁴m³，全年自来水补充量为 2.4×10⁴m³。

5.4 工程地质及地震烈度

5.4.1 工程地质条件

费县是断裂结构较发育、岩性条件较复杂、各类岩山（土）均有出露的地区。在大地构造上属鲁中南台隆。由于历次构造运动，特别是燕山运动的作用，分割成许多凸起和凹陷单元，产生了北有横亘东西的蒙山大断裂带；西有朱田至新庄断裂带；东有肖山至万家庄断裂带；西南有脱衣至关阳司断裂带。这四大断裂带主要为蒙阴、临沭、苍山三大断裂带的次级构造，控制着全县的地貌形态及小型褶皱的形成。为新的沉积建造创造了条件。因此沉积岩、火成岩、变质岩皆有广泛出露，其所属古生界寒武系、奥陶系、石灰系；中生界侏罗系、白垩系；新生

界第三系、第四系地层亦有大面积分布。自蒙山向西南，除山前倾斜平原被第四系松散堆积层覆盖外，大都基岩裸露，走向北南又倾向北东，倾角 17° ，除上述出露地层外，还有不同时期侵入岩分布，岩层从东北向西南呈单斜排列，向东北倾斜，在内外应力地质作用的影响下，岩溶裂隙比较发育，给地下水储存和运移提供了良好的空间。

费县属低山丘陵区，地貌特征是低山地、丘陵地和倾斜的山前平原。拟建场地现为闲置用地，地形起伏相对不大，地貌单元属于剥蚀残丘地貌。

本次勘察深度范围内，场地揭露的地层上覆为第四系人工和自然冲洪积堆积的杂填土及粘土层；下伏为燕山期的闪长岩，共分为 5 层。自上而下分述如下：

(1) 素填土

地层呈黄色，松散，成份以粘性土为主，夹含植物根茎等。分布于整个场地，层顶埋深为 0.00--0.00m，层顶标高 36.79-46.51m，层底标高 34.81-45.81m，厚度为 0.30-2.30m，平均 0.97m。

(2) 粉质粘土

地层呈黄褐色，可塑，夹含铁锰物质，切面稍有光泽，干强度及韧性中等，无摇振反应。局部分布于整个场地，层顶埋深 0.60-1.90m，层顶标高 35.91-44.49m，层底标高 34.46-43.71m，揭露厚度 0.50-4.80m，平均 2.08m。地基承载力特征值 $f_{ak}=150\text{kPa}$ 。

(3) 全风化闪长岩

地层呈黄绿色，岩芯呈风化砂土状，麻花钻干钻可钻进，岩体结构基本破坏（但从夹杂岩石碎块中可辨认出为半自形粒状结构、块状构造。），岩石坚硬程度属极软岩，岩体完整程度分类为极破碎，岩体基本质量等级为 V 级。零星分布于整个场地，层顶埋深为 1.80-2.20m，层顶标高 36.94-38.25m，层底标高 35.84-37.55m，厚度为 0.70-1.10m，平均 0.90m。地基承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

(4) 强风化闪长岩

地层呈黄绿一灰绿色，半自形粒状结构，块状构造；岩芯呈碎块状、块状及柱状，岩体结构破坏严重并伴有矿物成份变化现象，标准贯入试验反弹，岩石坚硬程度属较软岩，岩体完整程度分类为破碎，岩体基本质量等级为 V 级。分布于整个场地，层顶埋深为 0.30-5.60m，层顶标高 34.46-45.81m，揭露厚度 0.80-3.60m，该层局部未穿透。地基承载力特征值 $f_{ak} = 500\text{kPa}$ 。

(5) 中风化闪长岩

地层呈灰绿色，半自形粒状结构，块状构造；岩芯呈块状及柱状，岩体结构清晰除局部有风化程度等，岩石坚硬程度属较硬岩，岩体完整程度分类为较完整，岩体基本质量等级为 III 级。分布于整个场地，层顶埋深为 2.30-4.80m，层顶标高 33.09-43.81m，揭露厚度 1.30-3.40m，该层未穿透。地基承载力特征值 $f_{ak} = 3000\text{kPa}$ 。

5.4.2 水文地质条件

根据实际勘探本次场地勘探期间内未揭露的地下水，因此根据多年周围水文地质调查资料，该地区地下水位埋深在 25.00m 左右，地下水位变幅 2.00-5.00 m，历史最高水位 22.00 m 左右。

结合多年周围水文地质调查资料，该地区地下水类型按赋存方式为：第四系松散层上层滞水和基岩中的风化裂隙水。主要特征如下：

第四系松散层上层滞水：主要赋存于该场地低洼第四系松散地层中，赋存条件直接与土层渗透性有关。尤其场地内局部松散地层较厚部分，主要成分为松散粘性土为主，渗透性强，为强透水层；而下部均为弱透水层或不透水层，因此在雨季期间上部杂填土很容易形成大面积的上层滞水。

基岩中的风化裂隙水：主要赋存于岩层风化裂隙发育地段中，赋存条件与风化裂隙发育程度密切相关。风化裂隙发育段，则相对富水；而在完整岩层地段，

则富水性差或不具含水条件。根据多年周围区域性水文地质调查资料，该区域岩层富水性差，涌水量不大且埋深在风化裂隙发育的岩层中。

第四系松散层上层滞水和基岩中风化裂隙水赋存条件不同，补给与排泄条件有着不同的特点。第四系松散层上层滞水主要来源于大气降水，排泄主要表现为大气蒸发，与季节变化有密切关系；风化裂隙水主要来源于上层下渗和远距离露头补给，排泄主要表现为径流，受岩性、构造等发育条件影响。

初步判定场地土对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

5.4.3 场地地震效应

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)拟选厂址区域地震动峰值加速度为 0.10g，反应谱特征周期 0.40s，相应的地震基本烈度为七度第二组。属抗震一般地段。

初步判定，场地土类别为中软场地土，场地覆盖层厚度大于 40m，建设场地类别为 II 类。场地未见其它影响工程场地稳定性不良地质作用，场地属对建筑抗震一般地段；所以场地稳定，适宜本工程建筑。

第六章 工程设想

6.1 厂区总平面布置

6.1.1 总平面布置原则

(1) 本项目的建设规模为新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，将本项目建设成为循环经济的示范工程。本项目生物原料的年消耗量为 30 万吨，年处理猪粪便 15000 吨。

(2) 满足工艺要求，使生产流程顺畅、便捷。尽量短缩运输距离和管线长度，功能分区明确；

(3) 节约用地，将建筑物进行合理合并；

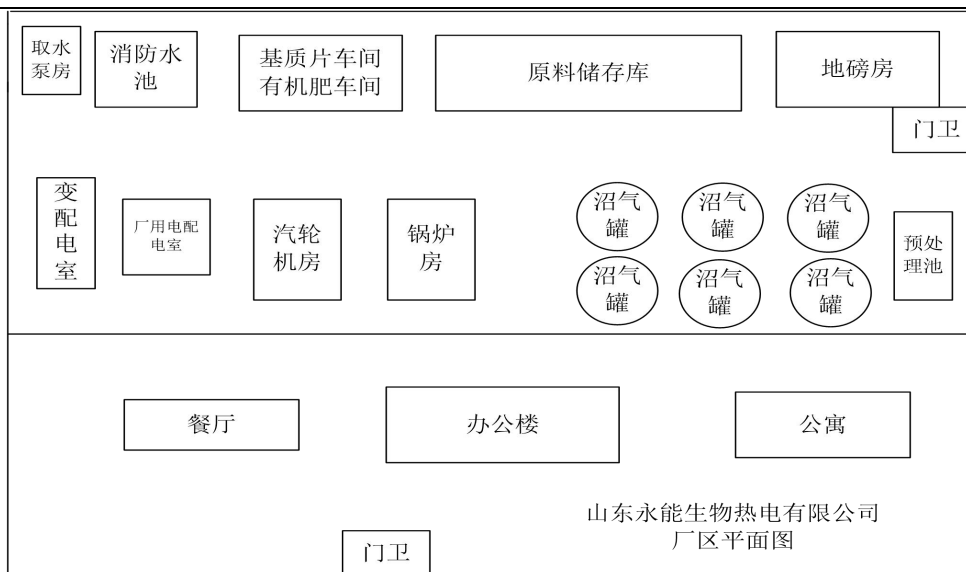
(4) 充分利用自然有利条件，减少工程投资；

(5) 与当地规划相协调，因地制宜进行规划。

6.1.2 总平面布置方案

本期设计有原料储存库、锅炉房、汽机房、沼气罐、供料车间、有机肥生产线、基质片生产线、办公区设施，生物原料破碎、成型大部分在厂外生物原料收购点完成。因此占地比同类工程少，厂区用地面积 161 亩能够满足本工程需要。

厂区总平面布置方案考虑了生物原料的特点和生产特性，具体如下。



6.1.3 总图数据指标

序号	名称	单位	数值
1	厂区用地面积	m ²	107387
2	本期设计容量	MW	25
3	单位容量占地	m ² /MW	4130.27
4	建、构筑物占地面积	m ²	37600
5	建筑系数	%	35
6	厂区利用面积	m ²	58932.7
7	利用系数	%	55
8	厂区道路及广场面积	m ²	8657
9	厂区围墙长度	m	1378
10	绿化面积	m ²	16780
11	绿地率	%	16
12	厂区建筑物建筑面积	m ²	26780
13	容积率		0.60

6.2 原料运输系统

6.2.1 概述

本项目建设 6 个 4200m³ 沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线。其生物原料的年消耗量为 30 万吨，猪粪便 15000 吨。

6.2.2 卸料装置和储料设施

本项目 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉及 6 个 4200m³ 沼气罐，年耗生物原料量 30 万吨，每小时最大生物原料耗量为 43 吨，日耗生物原料量最大为 1032 吨。本工程按每车运量为 8t / 车，每天运输 12 小时计算，每小时约有 11 辆车进厂，如考虑不均匀系数 1.2，高峰小时进车辆约为 14 辆。

厂内设原料储存库 1 座，长 131m，宽 90m，整个原料储存库储存生物原料 3800t，能够满足循环流化床锅炉及沼气罐用 3 天。

原料储存库内设抓斗起重机，起重量 5t。另设内燃叉车，堆高 6m，起重量 2t，与抓斗起重机一起完成卸料、存料、上料、整合等功能。原料储存库半密封，库内设通风、消防、照明等必要的设施。

6.2.3 破碎系统

本项目主要采用厂外破碎，并将破碎后的散料、包料运送到厂内储料场储存，考虑到厂址周边生物原料直接进厂的可能性，厂内设置 1 套与固定收购点配置相同的破碎系统，实现以各收购点为主，厂内破碎为辅的物料破碎系统。

厂外共设有 6 个固定收购站点，考虑到物料的季节性供应和区域性分布等问题，每个固定收购站点的仓储设施规格设计暂以收购站总的贮存量满足电厂生物原料年消耗量的 60%考虑，在每个收购点分别设置切料机、削片机、链板输送机各一台，并将黄色生物原料与灰色生物原料分别由切料机和削片机进行破碎。

1、黄色生物原料破碎

黄色生物原料是采用切料机进行切断破碎，切料机生产能力为 24t/h，刀辊转速 500r/min. 进料线速度为 26m/min，物料长度小于 300mm。由于黄色生物原料比重小（特别是麦秆），物料切碎后不方便运输，因此物料在切断破碎后由人工打包装车，将包料运往场区堆放。

2、灰色生物原料破碎

灰色生物原料是通过削片机切断破碎，生产能力为 20t/h，刀辊直径为 800mm，刀辊转速为 650r/min，进料速度为 37m/min，物料长度小于 300mm。物料切碎后，将散料装车运往场区堆放。

6.2.4 给料系统

本工程给料系统设计分为散装料给料和包料给料两套系统，散装料线为主料线。

散装料线包括装载机和旋转辊式给料机，散装料由装载机送入给料口，经旋转辊式给料机控制进料量进入皮带机，包料线包括叉车、抓斗起重机、散料机和刮板输送机，包料由叉车或者抓斗起重机送入散料机，解包以后转运到刮板输送机上，由刮板输送机将物料转运到主皮带上，散装料线与包料线可同时运行。

6.2.5 上料系统

本工程设置一套总上料系统，总上料系统选用双路带宽为 1400mm 的皮带机，皮带倾角为 17 度，采用加强皮带。散料和包料分别通过旋转式给料机和刮板输送机转运完成给料，分别送至循环流化床锅炉进料系统和沼气罐。物料由皮带机送入炉前料仓。输料栈桥零米以上采用全密封钢结构形式，并设置取暖设施，零米以下为混凝土结构。

6.2.6 辅助设备

厂区内设一台 50t 汽车衡，每路皮带中段设一台电磁除铁器。原料运输系统

设置照明、通风及控制系统。

6.3 主厂房布置

本工程锅炉房、料仓间与汽机房、除氧间分开布置，锅炉房布置于汽机房的西侧，汽机房与除氧间布置于锅炉房东侧，汽轮发电机组纵向布置。锅炉采用岛式布置，每台炉设一个锅炉房。

6.3.1 主厂房的主要尺寸

车间	名 称	单 位	数 据
汽机房	柱 距	m	6×11+1.5=67.5
	跨 度	m	18.0
	加热器平台	m	4.3
	运转层标高	m	8.0
	行车轨顶标高	m	15.5
	行 车 跨 度	m	17.0
	屋架下弦标高	m	18.4
	厂房总长度	m	67.5
除氧间	柱 距	m	6×11+1.5=67.5
	跨 度	m	9.0
	中 间 标 高	m	4.3
	运转层标高	m	8.0
	除氧层标高	m	14.2
	厂房总长度	m	67.5
锅炉房	运转层标高	m	8.0
	厂房总宽度	m	23.8
	厂房总长度	m	38.05
	数 量	个	2

6.3.2 主厂房各车间布置

6.3.2.1 汽机房

6.3.2.2 除氧间

6.3.2.3 锅炉房

6.3.3 起重设施

汽机房设行车一台，起吊重量 32/5t，除起吊汽轮机大盖及发电机转子外，高压加热器、低压加热器、油箱、冷油器均能起吊。给水泵、引风机、送风机设单轨手拉葫芦起吊。每台锅炉炉顶各设 1t 的电动葫芦。

6.4 沼气及基质片有机肥生产系统

6.4.1 概述

本项目建成后，拟日消纳作物（玉米）秸秆 120 吨，年消纳约 40000 吨，日消纳生猪粪便 45 吨（含固率 10%），年消纳约 15000 吨；每年正常运转时间为 8000 小时。

6.4.2 猪粪收集运输

通过吸污车收集运输新庄镇养殖场猪粪便，每天消耗猪粪便 45 吨（干基质量），因新庄镇养殖场急需处理猪粪解决污染治理问题，可无偿运走猪粪便，完全能够满足粪便原料需求。

6.4.3 厌氧发酵罐系统

本系统是采用切料机将秸秆进行切断破碎，破碎后的秸秆与猪粪便一起进入沼气罐发酵，本工程采用产气、贮气一体化结构厌氧罐，是目前欧洲推广应用最多的一种新型、高效、实用的工艺。

该工艺具有以下优点：可靠性、安全性、低成本，以及适应寒冷地区冬季正常运行。本项目共建造 6 座厌氧发酵罐，每座容积 4200 立方米，预先建设地埋管、换热管，由汽轮机冷凝器循环水提供沼气罐发酵所需热量。

6.4.4 固液分离系统

本项目建设出料池 2 座，并配套建设固液分离器 4 台，一部分沼液带热回流至沼气罐使用后，其余部分沼液流入沼液池，生产生物有机肥。

6.4.5 蘑菇栽培料/作物有机肥项目

本工程建设蘑菇栽培料生产线 2 条，作物有机肥生生产线 4 条，配套成品包装系统 1 套。

6.4.6 水稻育秧/蔬菜育苗基质项目

本项目建设原料筛分系统 1 套，水稻育秧基质片成型及干燥生产线 3 条，以及成品包装系统 1 套。并配套建设仓库等辅助设施。

6.5 供排水系统

6.5.1 工程概况

本项目计划新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，同时相应配套建设变配电、余热回收利用系统。

6.5.2 水源

本工程生产、生活用水和消防用水采用蒙阳河水。水量和水质均能满足本期工程需要。

6.5.3 给排水系统概述

厂区内生产、生活、消防给水系统及厂区排水系统。具体包括：

- a. 厂区循环水系统
- b. 厂区工业水系统
- c. 厂区室内、外生活给水系统
- d. 厂区室内、外消防给水系统
- e. 厂区雨水排水系统

f. 厂区室内外生活污水排水系统

其中，消防给水系统为室内、外消火栓专用系统。

6.5.4 节水原则和措施

本工程设计中考虑以下节水原则和节水措施：加强水务管理，降低用水指标；采用梯级用水，一水多用；所有废水集中处理重复利用。

(1) 锅炉补给水水源采用蒙阳河水，经过预处理+两级反渗透+EDI的深度处理后，达到锅炉补给水水质的要求。

(2) 反渗透装置产生的浓水用作沼气罐补水。

(3) 冷凝器循环水的补水和机泵冷却水采用蒙阳河水。补水系统采用自动调节方式，根据季节引起的补给水量变化自动调节补给水量，进行监控、监测，减少补给水的浪费；加强各用水点的用水和排水水量、水质的监控、监测，按水质、水量要求控制调度全厂用水。

6.5.5 循环水系统

1、供水系统

本期新建 $2 \times 75\text{t/h}$ 次中温次中压生物质循环流化床锅炉+ $1 \times \text{CN}25-3.82/0.49$ 型抽凝式汽轮发电机组+ $6 \times 4200\text{m}^3$ 沼气罐。根据水源条件，其凝汽器、冷油器、空冷器的冷却水采用二次循环供水方式，该循环水的热量用于6组沼气罐的保温，同时自然通风混凝土双曲线凉水塔作为备用系统。 $\text{CN}25-3.82/0.49$ 抽凝式汽轮机组凝汽量为 101t/h ，根据当地的气象条件，循环倍率夏季采用 65 倍，冬季采用 45 倍。

2、供水方式及系统设备选择

本期工程为 1 台 $\text{CN}25-3.82/0.49$ 型抽凝式汽轮机组设计 1 座自然通风混凝土双曲线凉水塔、配置 2 条 DN700 循环水钢管、1 条循环水回水池和 3 台卧式循环水泵。循环水泵安装在循环水泵房内，2 用 1 备。

本系统的工艺流程为：经沼气罐吸热冷却后的循环水进入到循环水泵前吸水井，经循环水泵加压后送入凝汽器、空气冷却器，冷油器，热水沿压力钢管输送至沼气罐进行散热，从而进行下一次的再循环。

为控制循环水系统中悬浮物浊度小于 20mg/l，需对循环水进行水质稳定处理。设 JSL 型加药装置一套，供循环水系统的水质稳定处理使用；设杀菌剂加药装置 1 套，供循环水系统的杀菌灭藻处理，设备均设置在循环水泵房内。

6.5.6 消防给水系统

根据水源条件，结合热电厂实际情况，消防部分采用独立的给水系统。根据本热电厂所用的生物原料的特点，消防给水系统采用 2 个独立的系统，即喷水灭火给水系统和消火栓灭火给水系统，喷水灭火给水系统用水量为 252 m³/h，火灾延续时间 1 小时；消火栓灭火给水系统用水量为 234 m³/h，火灾延续时间 2 小时；两消防系统总用水量为 720m³/h。

两灭火系统共用 1 座消防蓄水池，消防水池与化学生水池合建，总容积为 1200m³，消防水泵房与化水车间水泵房合建。

(1) 喷水灭火给水系统

喷水灭火给水系统由消防给水泵、消防蓄水池、消防给水管网、自动喷水灭火给水系统组成。喷水消防给水泵及有关设备均安装在消防泵房内，喷水消防水泵设 2 台，1 台运行，1 台备用。为维持消防给水系统的水压，设 2 台消防稳压泵，1 台气压给水罐。

为保证火灾延续时间内所需消防水量，设 1 座容积为 1200m³ 的消防蓄水池，蓄水池为钢筋混凝土结构。

(2) 消防栓灭火给水系统

消防栓灭火给水系统由消防给水泵房、消防蓄水池、消防给水管网、消火栓组成。消火栓消防给水泵及有关设备均安装在消防泵房内，消火栓消防水泵设 2

台，1 台运行，1 台备用。为维持消防给水系统的水压，设 2 台消防稳压泵，1 台气压给水罐。

(3) 根据各建筑物的使用性质，均按规范规定配置了足量的手提式干粉灭火器和二氧化碳灭火器。

6.5.7 补充水系统

全厂水量平衡详见水量平衡图。补充水量表见下表：

序号	项 目	需水量 (m ³ /h)		经常回收 (m ³ /h)		实际耗水量 (m ³ /h)		备注
		夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	
1	锅炉补水	58	58	0	0	58	58	
2	冷却塔蒸发损失	78.2	0	78.2	0	78.2	0	
3	冷却塔风吹损失	6.4	0	6.4	0	6.4	0	
4	循环水排污	20	15	20	15	0	0	
5	化学水处理生水	36	36	36	36	0	0	
6	取样冷却用水	24	24	23	23	1	1	
7	工业用水	250	200	248	198	2	2	
8	生活用水	3	3	0	0	3	3	
9	未预计用水	5	5	0	0	5	5	
10	合计	480.6	341	411.6	272	147.2	69	

6.5.8 排水系统

热电厂生活污水、工业废水和雨水在厂区为分流制，排水系统分为生活污水、工业废水和雨水三个排水系统。

(1) 生活污水排水系统

生活污水排水系统由生活污水排水管网组成。

本系统汇集各建筑物内排放的生活污水，用重力流通过生活污水排水管排至

集中化粪池，然后用泵送入沼气罐。

全厂生活污水流量约 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

(2) 生产排水系统

全厂工业排水流量约 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，主要为循环水系统排水和锅炉补充水排水，排水水质主要特点是含盐量高。生活排水与工业排水汇合后排至沼气罐。

(3) 雨水系统

本系统汇集厂区内雨水，由雨水口及雨水管道组成。

全厂雨水通过雨水口收集后排入雨水系统，进而排至厂区集中蓄水池。

6.5.9 节水措施

为了节约用水，保护环境，提高热电厂的经济效益，生产废水加以回收利用。设计上采取以下措施：

- (1) 反渗透产生的浓水用作厂区冲洗水或进入沼气罐等；
- (2) 各生产、生活用水接口安装水表，以控制水量。

6.6 软化水处理系统

6.6.1 工程概况

本项目计划新建 6 个 4200m^3 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，同时相应配套建设变配电、余热回收利用系统。

6.6.2 水源与水质

本工程生产、生活用水和消防用水采用蒙阳河水。水量和水质均能满足本期工程需要。

6.6.3 软化水水处理系统的选择

由水质分析可知，水质含盐量较低，而且悬浮物和有机物含量不高，其含量

变化也不大。根据水质情况以下两个系统处理方案均能满足电厂要求。

方案一：一体化净水设备+多介质过滤器+超滤装置+两级反渗透装置+EDI 处理

方案二：一体化净水设备+多介质过滤器+反渗透装置+混床处理。

以上两个方案，本着技术先进、运行可靠和提高自动化程度等原则，经技术经济分析比较。方案一：设备先进，自动化程度高，运行可靠，但投资大；方案二运行安全可靠，投资省，但有酸碱废水产生。因此采用方案一作为软化水系统处理方案，即多介质过滤器+超滤装置+两级反渗透装置+EDI 处理。

6.6.6 主要设备选择

序号	设备名称	规格型号	数量	单位	备注
1	一体化净水设备	40	1	套	
2	多介质过滤器	Φ 2500	2	台	钢衬胶
3	精密过滤器	100 μ	1	台	钢衬胶
4	超滤装置	32t/h	1	套	
5	一级保安过滤器	5 μ	1	台	
6	一级反渗透装置	24t/h	1	套	
7	二级保安过滤器	5 μ	1	台	
8	二级反渗透装置	22t/h	1	套	
9	EDI 装置	20t/h	1	套	
10	生水泵	Q=36m ³ /hH=53m	2	台	
11	超滤水泵	Q=36m ³ /hH=30m	2	台	
12	一级高压泵	Q=32m ³ /hH=145m	1	台	

6.7 电气部分

6.7.1 电气主接线

(1) 本项目计划新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循

环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。工程接入系统方案以 110kV 电压等级与系统相连接，初步规划接入厂址附近约 4km 处的 110kV 变电站或就近“T”接厂区附近的 110kV 线路。

(2) 电气主接线方案

根据工程接入系统方案即以 110kV 电压等级与系统相连接的情况确定主接线方案如下：110kV 侧单母线接线，一回 110kV 联络线接入系统。发电机采用发电机—变压器组方式接入 110kV 母线。发电机机组设发电机出口断路器，不预留扩建位置，设一台启动 / 高压备用变压器，厂用工作电源由发电机出口经一组电抗器引出。启动电源高备变容量约为 5000kVA。

6.7.2 厂用电接线及布置

(1) 厂用电接线概述

本工程设一台启动 / 高压备用变压器，厂用两段工作电源由发电机出口经一组电抗器引出。启动电源高备变容量约为 5000kVA。厂用电系统采用 10kV 和 380/220V 两级电压。10kV 系统供给低压厂用变压器和容量大于 200kW 的电动机负荷，380/220V 系统供给容量小于或等于 200kW 的电动机，以及照明、检修、电加热等负荷。380/220V 系统为中性点直接接地系统。

(2) 高压厂用电接线

10kV 厂用电的工作电源由发电机出口引出，通过厂用电抗器开关直接向负荷供电。10kV 高压厂用电系统采用单母线接线，按炉分段设 2 个工作母线段。10kV 厂用工作段带汽轮机、锅炉负荷及全厂公用负荷，包括原料加工、原料输送等系统。10kV 启动 / 备用段引出电源接至 10kV 厂用工作段母线。

(3) 低压厂用电接线

380/220V 厂用电接线采用单母线接线，设 2 台低压厂用变压器，一台备用，与内燃机发电机组电控柜，并联使用。化水车间上料变一台，变压器由 10kV 厂

用电获得电源。各车间盘电源由中央盘引接。设置全厂公用负荷 380/220V 低压盘，分别供给原料加工、上料系统等负荷。

(4) 厂用电布置

厂房内 10kV 及 380/220V 开关柜布置在 B-C 列±0.00m。高、低压开关柜均采用双列式布置，低压厂用工作、备用变压器与低压柜并排布置。主厂房内各车间盘尽可能布置于负荷集中处。

车间及化水变压器布置在辅助车间，低压盘均布置在相应辅助车间的配电室内。

6.7.3 主设备选择及布置方案

主厂房 A 列外布置有主变压器、110kV 配电装置。110kV 配电装置为屋内配电装置。

(1) 主变压器采用双卷风冷变压器：S211-40000/110 型 30MVA

121±2X2.5%/10.5kV、Yn, d11、ud=10.5%，1 台。

(2) 110kV 配电装置及厂用电设备

110kV 配电装置为屋内配电装置，采用 GIS 组合电器，额定电流 1250A，额定开断电流 40kA，额定关合电流 100kA。

主变压器与屋内 110kV 配电装置紧邻布置，110kV 出线方向为武安变电站。10kV 采用共相母线与主变压器连接。

低压厂用变压器选择干式变压器，容量为 1250 kVA，2 台，其中 1 台备用。化水变容量为 800 kVA 1 台。

10kV 开关柜选择 KYN28 型开关柜，10kV 开关设备选择真空断路器。开断短路电流为 31.5KA。

380V 开关柜选择 GGD 低压开关柜。

6.7.4 操作电源及直流系统

(1) 直流系统

本工程根据《电力工程直流系统设计技术规程》(DL/T5044-2004)，装设一组 220V 蓄电池，作为控制、信号、自动装置、事故照明及断路器合闸等负荷的可靠直流电源。蓄电池不设端电池，直流系统设置两段母线。

本工程拟采用 1 套 $1 \times 800\text{Ah}$ 高频开关免维护铅酸蓄电池微机直流屏，选用浮充电兼充电用的整流装置作为蓄电池组供电电源。直流屏布置在电气电子设备间内，其电气参数通过远动装置上传给后台监控计算机，以便运行人员及时掌握直流系统运行状况。直流屏上装有直流绝缘监测仪，可对运行中的直流系统绝缘进行实时监测。

(2) 不停电电源系统

本期工程设置 1 套静态型交流不停电电源装置，向热工 DCS 系统、远动柜、控制仪表、自动装置等不停电负荷的不间断供电。UPS 输出电压单相 220V，50Hz，容量为 30kVA。布置于电气电子设备间。

本系统包括主机柜（整流器、逆变器、输入 / 输出隔离变压器、静态转换开关、手动旁路开关）、旁路稳压柜、馈线柜等。正常运行时由低压厂用段供电给整流器，再经逆变器变为单相 220V 向配电盘供电，当交流电源消失或整流器故障时则由直流系统经逆变器向配电盘供电。在 UPS 过载或逆变器故障时，静态开关自动切换至旁路系统，由旁路电源向配电盘供电。

6.7.5 发电机励磁系统

本工程励磁系统推荐采用自并激静态励磁系统。励磁调节器 (AVR) 采用数字式，具有手动和双自动通道。励磁系统主要包括励磁变压器柜、整流柜、灭磁柜和 AVR 柜等。其中整流柜、灭磁柜、AVR 柜布置于电气电子设备间，励磁变压器柜布置于发电机小室。

6.7.6 二次线、继电保护及安全自动装置

6.7.6.1 控制方式

采用集中控制方式。

机组及其辅助系统的电气监视和控制靠发电厂电气综合自动化系统友好的人机接口（操作员站）来实现，该系统可与热电厂 DCS 控制系统通讯，对于部分重要信号仍将采用硬接线方式送至 DCS 系统监控。发电厂电气综合自动化系统操作员站采用独立式操作台，台上布置液晶显示器 (LCD) 及操作键盘、鼠标。电气控制，信号和测量采用计算机监控后，为确保当计算机监控系统发生全局性或重大事故时机组的紧急安全停机，电气系统设置下列独立的后备硬手操和监测设备：

- (1) 发电机断路器紧急跳闸按钮
- (2) 发电机磁场开关紧急跳闸按钮
- (3) 发电机有功功率表
- (4) 发电机频率表
- (5) 时钟

所有由计算机进行控制的设备，均在就地装设远方 / 就地切换开关和硬接线的操作设备，以满足设备检修和调试的要求。

6.7.6.2 测量、计量

按照《电测量及电能计量设计技术规程》及接入系统批文配置。直流系统、UPS 系统的测量以 4-20mA 标准信号送入 DCS 系统。发电机等重要回路装设有多功能脉冲电度表，脉冲量送入 DCS 系统。

6.7.6.3 保护

为方便与 DCS 接口，所有元件保护均采用微机型。其中发电机、集中布置于集控室电气电子设备间。低压厂用电源、高压电动机采用微机综合保护，分散布

置在各 10kV 开关柜内。

(1) 发电机保护配置如下：

发电机差动保护

发电机低压过流

发电机正序过负荷保护

发电机负序过负荷保护

发电机失磁保护

发电机定子接地保护

发电机转子一点接地保护

(2) 低压厂用变压器保护配置如下：

电流速断保护

过电流保护

瓦斯保护

单相接地保护

(3) 高压厂用电动机保护配置如下：

电流速断保护

过电流保护

单相接地保护

过负荷保护

低电压保护

6.7.6.4 信号

本期发电机、高低压厂用电源、主厂房高低压电动机的控制、信号均纳入 DCS 系统，直流系统及 UPS 系统主要信号及故障信号由 DCS 系统进行监测。

6.7.6.5 自动装置

本工程配置的自动装置主要包括机组的计量屏，同期屏，故障录波屏等电气二次设备屏均集中布置于电子设备间。厂用电源的正常 / 事故切换均利用电气综合自动化系统进行切换。

6.7.6.6 机组启 / 停

发电机启动时，必要的人工准备完成后电气综合自动化系统将所有必要的系统投入。发电机达到额定转速时，由电气综合自动化系统发出允许指令将 AVR 投入并在发电机电压接近额定值时将同期系统投入，由自动准同期装置通过 AVR、DEH 调节发电机的电压、频率，满足同期条件时由自动准同期装置发令合断路器。

机组正常停机时，电气综合自动化系统发出指令跳开汽轮机，跳开发电机断路器实现机组的安全停机。

事故停机时，保护装置动作，关闭主汽门、跳开相应断路器、灭磁，实现机组的安全停机。

6.7.7 过电压保护及接地

全厂过电压保护按《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》有关要求进行设计。

全厂接地按《交流电气装置的接地》有关要求进行设计。

(1) 过电压保护

为防止雷电波引起的过电压，在 110kV 出线上装设金属氧化锌避雷器。在 10kV 配电装置处装设独立避雷针，作为配电装置、变压器场地设备的直击雷保护。

(2) 接地

全厂设置统一的棒形接地极和接地带联合组成的接地网。充分利用管道、钢筋等自然接地体，以期节省钢材，接地体均要求热镀锌处理。接地电阻不大于 1 欧姆。

6.7.8 照明和检修网络

6.7.8.1 照明系统分类

采用两种照明分系统：正常交流照明系统和直流事故照明系统。

6.7.8.2 照明系统供电

(1) 照明系统采用 380/220V 3 相 5 线交流系统。

(2) 主厂房及辅助生产车间各建筑物正常照明均由就近的低压母线段或电动机控制中心供电。

(3) 主厂房事故照明由直流系统供电。

(4) 综合办公楼的出入口、通道、楼梯间以及远离主厂房的重要工作场所要求的事故照明采用自带蓄电池的应急灯照明。

6.7.8.3 检修系统

(1) 检修网络采用三相四线的单电源分组支援的供电方式。

(2) 主厂房及辅助生产车间的检修系统由就近的低压母线段或电动机控制中心供电。

(3) 在主厂房及辅助车间内按需求设置就地检修箱。

6.7.9 电缆及构筑物选择

6.7.9.1 电缆选型

主厂房、原料及其它易燃易爆场所的动力电缆和控制电缆采用阻燃型电缆；重要的消防系统、火灾报警系统、不停电电源、直流跳闸回路等使用的动力电缆和控制电缆采用耐火电缆。

全厂电缆全部采用铜芯电缆。

10kV 动力电缆选用交联聚乙烯绝缘电缆。

低压动力电缆选用聚氯乙烯绝缘电缆。

控制电缆选用多芯铜导体电缆，其导体截面不小于 1.0mm²。

6.7.9.2 电缆桥架选型

电缆桥架一般采用钢质热镀锌桥架。

6.7.9.3 电缆防火

电缆防火主要采取以下措施：

- (1) 发电机组尽可能为独立通道，电缆分开或分隔敷设。
- (2) 主厂房及各建筑物通向外部的电缆通道出口处设置防火隔墙。
- (3) 电缆主通道分支处设置防火隔板。
- (4) 电缆和电缆托架分段使用防火涂料、阻燃槽盒、防火隔板、防火包或使用阻燃桥架等。
- (5) 电缆敷设完成后，所有的孔洞均使用防火堵料进行封堵。
- (6) 设置必要的火灾报警装置及自动灭火装置，详见仪表、水工专业的有关部分。

6.8 热控部分

6.8.1 控制方式

本工程采用机炉电集中控制方式。机、炉、电设一个集中控制室。集中控制室位于主厂房除氧间 8m 层。

原料输送、除尘器、除灰渣等工艺系统，由值班人员监控运行。空压机房、综合水泵房以及给水系统由集中控制室监管，汽水取样由锅炉运行人员监管。

循环水泵、综合水泵房采用无人值班运行方式，循环水处理、给水和炉水加药装置由汽机运行人员监管。

6.8.2 自动化水平

电厂自动化水平是通过控制方式、控制室布置、控制系统的功能及配置、电厂运行监控模式和主辅机可控性等多方面综合体现。

本工程设 2 炉一机二套控制系统(DCS)，其功能为数据采集系统(DAS)、模拟

量控制系统(Mcs)、顺序控制系统(scs)、锅炉安全监控系统(FSSS)、发电机——变压器组和厂用电控制系统(ECS)。汽机数字电液控制系统(DEH)和锅炉原料系统的监控,纳入机组的DCS系统。汽轮机安全保护系统(ETS)采用可编程控制器(PLC)完成,由汽轮机厂成套供货。

汽轮机安全监视系统(TSD)应随汽轮机成套供货,设备要求采用国际先进技术。

本工程设置闭路电视系统,对厂区内的重要设备及地点进行安全监视。

本设计自动化水平是通过以上内容和要求,运行人员在集中控制室内通过监控系统能够完成机组正常运行的全部监控功能,并在少量现场人员的配合下,实现机组的启停操作和事故状态下的有关处理。

在集中控制室,以操作员站的显示器、键盘和鼠标,作为机组主要的监控手段,实现上述机组监控要求和自动化水平。同时,在控制室操作员站控制台上,设有独立于DCS系统的后备操作按钮,完成停机、停炉、发电机—变压器组跳闸以及重要保护和设备的紧急操作,确保机组在紧急情况下安全快速停机、停炉。

其它辅助工艺系统就地设控制室,根据需要可采用PLC程控,其主要信号可进入主控室DCS系统。

6.8.3 设备选型

分散控制系统选用技术先进、在电厂有成熟运行经验、良好的技术支撑和价格性能比的产品。

选用智能型变送器。

选用电动执行器,自动调节电动执行器宜选用进口设备。

热力实验室仅购置维护所需的设备。

6.9 土建部分

6.9.1 地基处理及基础选型

根据地质报告，拟建主厂房、烟囱、凉水塔、沼气罐等荷载偏大的基础采用第四层强风化闪长岩做持力层，超挖部分采用 C20 毛石混凝土换填。主厂房内汽轮机基础采用钢筋混凝土筏板基础，其它均采用钢筋混凝土独立基础。其余荷载比较小的建筑物地基采用第二层粉质粘土做持力层，采用柱下独立基础或条形基础。

6.9.2 主厂房建筑

主厂房新建，汽机房、除氧器间以柱距 6.0m 为模数，并排布置。锅炉采用岛式布置。

汽机房跨度 18.0m，长度 67.5m。检修场地设在固定端，可满足汽轮机组检修的需要。屋架下弦最低标高 18.4m，双坡屋面。汽机房内设 32/5t 天车 1 台，以备安装和检修用，吊车轨顶标高 15.5m。

除氧间跨度为 9.0m，长度 67.5m。0m 层布置有厂用高低压配电室，4.0m 层为管道夹层，运转层标高为 8.0m，热工控制室布置在运转层；14.2m 层为除氧层，布置有除氧器和连排装置；屋顶标高为 25.0m。

锅炉间跨度 23.8m，长度 38.5m，8m 运转层以下砌体墙封闭，半露天布置，共两间。

汽机房、锅炉间在±0.000m 分设两个能进出车辆的大门，以便设备安装和检修。固定端楼梯间大门洞口满足燃料输送设备吊装的要求。

除氧间固定端设置钢筋混凝土楼梯，楼梯分别通向各层平面及屋顶层；扩建端设室外消防钢梯，满足消防要求。

汽机房、除氧间和锅炉间设水平矩形窗，满足采光和通风要求；汽机房设电动排汽天窗，加强采光和通风效果。

主厂房建筑耐火等级为 2 级。

主厂房围护结构采用加气混凝土轻型砌块，外墙壁厚 240mm 刷外墙涂料，内墙壁厚 240mm 刷内墙涂料。外墙颜色整个厂区尽可能协调、美观。门窗采用白色塑钢门窗，控制室、配电室采用防火门窗。控制室铺活动地板，并作铝合金吊顶。

6.9.3 主厂房结构

主厂房采用现浇钢筋混凝土框排架结构，主厂房框架柱基础采用钢筋混凝土柱下独立基础。除氧间各层楼面及屋面采用钢筋混凝土现浇楼板。汽机房平台楼板采用现浇钢筋混凝土板，屋面采用钢屋架，屋面板采用带保温的复合压型钢板。吊车梁采用钢吊车梁。汽轮发电机基座为现浇钢筋混凝土框架结构，钢筋混凝土筏板基础。汽机房山墙采用现浇钢筋混凝土抗风柱，围护结构运转层以下采用砌体结构，运转层以上采用带保温的复合压型钢板封闭。锅炉平台采用现浇钢筋混凝土楼板，锅炉基础采用现浇钢筋混凝土独立基础，炉架为钢结构，由厂家供货。

6.9.4 辅助生产建筑

化学水处理车间：化学水处理车间为单层排架结构，主跨跨度 12m，柱顶标高 8.0m；附跨跨度 6m，梁底标高 4.2m。车间长度 30m；基础采用钢筋混凝土独立基础。柱为钢筋混凝土现浇柱，主跨屋面结构为铺钢绞线预应力混凝土双 T 板，附跨屋面采用现浇钢筋混凝土屋面板，围护结构为加气混凝土砌块墙。化水车间外设 800m³ 钢筋混凝土水池。

循环水泵房：地下一层，层高 3m，地上一层，层高 6m，宽 8m，长 39m。地下为钢筋混凝土箱型结构，地上为框架结构。外设 700m³ 钢筋混凝土吸水池。

烟道支架：采用钢结构支架，烟道为钢制烟道，钢筋混凝土独立基础。

输料系统：地下皮带廊道，宽 10.0m，采用现浇钢筋混凝土结构。栈桥宽 7.7m，采用现浇钢筋混凝土支架柱，钢桁架结构，压型钢板围护墙，现浇钢筋混凝土楼面板，压型钢板底模。干料棚采用钢筋混凝土排架结构，屋顶采用轻质钢屋

架，屋面为复合压型钢板，内设两台 5t 吊车；挡料墙为钢筋混凝土结构，墙高 4.0m，干料棚长 132m，宽 90m。

110kV 升压站：两层框架结构，跨度 10m，长度 30m。

综合办公楼：为三层框架结构，内设办公室、会议室、档案室等，长 40.8m，宽 16.2m。

倒班宿舍楼：为五层砖混结构，长 37.4m，宽 12.6m。

食堂、浴室：为单层框架结构，内设食堂及浴室，长 39.5m，宽 14.9m。

其他附属建筑均采用砖混结构或单层框架结构。

6.9.5 抗震措施

本工程的建（构）物结构设计按 7 度抗震设防。建（构）物结构均按 7 度进行抗震验算，另外根据抗震规范对填充墙、女儿墙等采用构造柱、圈梁、拉结筋等构造措施进行加强加固。

6.9.6 烟囱选型及防腐

烟囱：高度 100.0m，出口内径 3.5m。烟囱外筒壁采用钢筋混凝土结构，内衬耐酸胶泥砌陶质耐酸砖，隔热层采用憎水性珍珠岩板，烟囱混凝土内壁刷防腐涂料。基础采用钢筋混凝土筏板基础。

6.10 消防

6.10.1 主要设计原则

贯彻“预防为主，防消结合”的方针，各专业根据工艺流程特点，在设备与器材的选择及布置上充分考虑预防为主的措施。在建筑物的防火间距及建筑设计上采取有效措施，预防火灾的发生与蔓延。

消防设施的管理与使用考虑值班人员与消防专业人员相结合，消防设施的维护与监视及建筑内早期火灾的扑灭以值班人员为主。

热电厂要制定有关火灾预防、消防组织、火灾扑救及消防监督的各项具体制

度，加强和重视消防管理工作。

本工程同一时间火灾次数按一次设计。

厂区消防水管网为独立系统，供消防专用。消防水泵设于综合水泵房内，贮水池留有一次火灾最大消防用水量，全厂设置的各种固定式灭火系统是灭火的中坚力量。

消防车暂按与当地消防部门协作联防设计。

6.10.2 消防给水系统

根据本电厂所用的原料为生物原料的特点，消防给水系统采用 2 个独立的系统，即喷水灭火系统和消火栓灭火给水系统。

6.10.2.1 自动灭火系统

在生物原料运输栈桥、原料贮存库设自动喷水灭火系统。自动喷水灭火系统包括雨淋灭火系统和水幕灭火系统。雨淋、水幕自动灭火系统，均由雨淋阀组控制，在保护区设有火灾自动探测、自动报警控制系统，雨淋阀可以自动控制、手动控制和应急操作。火灾自动探测报警控制系统设区域控制盘和集中控制盘，通过控制盘可对雨淋阀进行控制，控制盘设在集中控制室。

6.10.2.2 消火栓灭火系统

在主厂房及生物原料贮存库内外设消火栓环形管网系统。消防给水系统包括：1200m³ 工业消防水池 1 座、1 座生活消防屋顶水箱、室内外消防管网、室内外消火栓。消防水泵布置在综合水泵房内，设 2 台消防水泵和一套消防稳压装置，以及 2 台喷水消防水泵和一套消防稳压装置。

第七章 环境保护

7.1 环境概况

费县位于山东省东南部，地理坐标为东经 $117^{\circ} 36'$ -- $118^{\circ} 18'$ ，北纬 $35^{\circ} - 35^{\circ} 33'$ ，东西长 63km，南北宽 58 km，总面积 $1660. \text{km}^2$ ，辖 12 个乡镇，475 个行政村，82.5 万人。北依蒙山，与蒙阴县、沂南县相连；南靠抱犊崮，和临沂市兰山区、苍山县毗邻；东与兰山区接壤；西和平邑县搭界。东距临沂市 40 km，距连云港、日照港 100 km，距青岛港 200km。截止目前，全县拥有等级公路 2065 km，其中二级以上公路 370.1 km，三、四级公路 1694.9 km，每百 km^2 公路密度达 109.1 km 全县实现了村村通硬化路，形成了以 017 省道、327 国道、方曹路、日东高速公路、汶泗公路以及兴郝公路、沂蒙公路、山城路、垛南公路、229 省道组成的五横五纵为主干道，以乡村公路为网络的公路路网，交通状况明显改善。费县经济开发区距全国第三大批发城——临沂市里仅 20 km；境内公路、铁路运输交织成网，四通八达，327 国道与 229 省道在开发区内交汇，开发区东邻京沪高速公路，距义堂出口仅 5 千米，北邻日东高速公路，距上冶出口 10 km；兖石铁路横贯开发区东西；开发区距日照海港 160 km，距连云港 150 km，距临沂机场 40 km、济南机场 240 km、青岛机场 320 km。

费县境内有大小河溪 765 条，有“百库万塘”之称，其中大中型水库 8 座，淡水储量 12.3 亿 m^3 。费县河流主要有枋、浚、温凉、涑四条，附属大小支流（3.5 km 以上 119 条）共 123 条，总长 987.6 km，总流域面积 2123.8 km^2 ，均属淮河流域，沂河水系。北有上冶、薛庄、方城、柳青诸河；南有东西沟河和涑河；西有浚河、温凉二河入境，形成北引蒙山水，南集尼山河，蜿蜒汇流于枋入沂的自然水系。

费县属暖温带半湿润大陆性季风气候，四季分明，光照充足。一般春季干旱

多风，夏天炎热多雨，秋天凉爽干燥，冬天寒冷少雨雪。形成了春旱、夏涝、秋又旱、旱涝不均，无霜较长的气候特点。

气温：费县年平均气温一般在 13.1-13.9℃，南部略高于北部，东部和东北部平原偏低，西部山区偏高，年平均气温为 13.6℃，最高年份为 14.2℃ (1978 年)，最低年份为 12.4℃ (1969 年)。

风：费县位于中纬度，受季风带影响，春季盛行东风和东南风，夏季盛行南风 and 东南风；秋季多为西风和西南风；冬天多为北风和西北风。多年平均风速为 2.7 米 / 秒。全年以 4 月份风速最大，平均 3.5 米 / 秒，6 月份最小，为 2.1 米 / 秒，年最多风向为东风和东南风，频率各占 10%。春季风力最大，秋季风力最小，冬半年多西北风，夏半年多东到东南风。

7.2 采用的环境保护标准

- 1、《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准；
- 2、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的 III 类水域标准；
- 3、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的 III 类水质标准；
- 4、《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 I 类标准；
- 5、《污水综合排放标准》(GB8978-1996)的二级标准；
- 6、《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008)的 II 类标准；
- 7、《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2001)的 II 时段标准；
- 8、《山东省火电厂大气污染物排放标准》(DB37/664-2013)的标准。

7.3 设计依据

- 1、《生物原料发电厂设计规范》(GB50762-2012)；
- 2、《火力发电厂环境保护设计规定》(DLGJ102-91)
- 3、《火力发电厂设计技术规程》(DL5000-2000)；
- 4、《火电厂环境预测技术规范》(DL/T 414-2012)。

7.4 工程简介

7.4.1 热电厂建设规模

根据项目所在地费县当地可利用的生物资源情况，确定本项目的建设规模为新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，同时相应配套建设变配电、余热回收利用系统。

7.4.2 热电厂原料

本工程使用原料为当地木材厂加工废料、果木剪枝、树皮、果壳、果蔬秧等生物原料，原料特性见第二章“生物原料的收集和供应”。

7.5 主要污染物

7.5.1 废水治理

电厂生活污水、工业废水和雨水在电厂厂区为分流制，排水系统分为生活污水、工业废水和雨水三个排水系统。

(1) 生活污水排水系统

生活污水排水系统由生活污水排水管网组成。

本系统汇集各建筑物内排放的生活污水，用重力流通过生活污水排水管排至集中化粪池，然后用泵送入沼气罐。

全厂生活污水流量约 2.5m³/h。

(2) 生产排水系统

全厂工业排水流量约 80m³/h，主要为循环水系统排水和锅炉补充水排水，排水水质主要特点是含盐量高。工业排水经汇合后进行二次利用，以提高水的利用率。

7.5.2 噪声防治措施

(1) 主要设备防噪措施

对汽轮机、发电机、各种泵类及风机采取减震基座；安全阀以及风机的入口设消音器；风管连接处采用柔性接头并设置补偿节降低震动产生的噪声；在吹管口加装高压喷注式消声器，吹管时间应尽可能避开居民休息时间。

(2) 厂房建筑设计中的防噪措施

集中控制室采用双层窗，并选用吸声性能好的墙面材料；在结构设计中采用减震平顶、减震内壁和减震地板；汽机、引风机、锅炉、水泵等大型设备采用独立的基础，以减轻共振引起的噪声；在管道布置、设计及支吊架选择上注意防震、防冲击，以减轻噪声对环境的影响。

(3) 厂区总布置中的防噪措施

在厂区总体布置中统筹规划、合理布局，噪声源集中布置，远离办公区。在厂区、厂前区及厂界内外广泛建立绿化带，可进一步减轻噪声对周围环境的影响。

7.5.3 绿化及水土保持

厂区绿化布置本着因地制宜、统一规划、全面考虑、讲究实效、突出重点的原则，结合厂区功能区划分及道路广场的规划，用绿色屏障作为人流、车流或露天堆场的界限，起到分割空间、划分区域、区别功能、改善厂区面貌、美化环境的作用。

本工程的建设经破坏厂区部分场地的自然地貌和植被，厂区建设中将设必要的挡土墙以及相应的绿化措施；另外施工开挖土堆放亦会引发一定水土流失，设计中将充分考虑厂区的土石方平衡以及临时的堆放等措施。

7.5.4 公路运输扬尘的防治措施

- 1、严格控制运输车辆的装载量，避免因超载造成的物料跑冒滴漏现象；
- 2、对运输物料的车辆采用遮盖措施，防止二次扬尘；

- 3、有效增加运载物料的表面湿度，减少扬尘产生；
- 4、定期对敏感路段进行洒水抑尘。

7.6 环境监测和管理

根据《火电行业环境监测管理规定》的要求和电厂的具体情况，本工程应加强环境管理和监测工作，配置必要的监测仪器设备，制定相应的监测及管理制度。

本工程的环境保护工作应有专职人员负责管理，电厂日常监测（主要是排水口水质监测），根据《火力发电厂设计技术规程》由化学实验室负责。

7.7 环保投资估算

根据《火力热电厂环境保护设计规定》(DLGJ102-91)，火电厂环境保护投资估算应包括下列费用：

- 1、环保设施费
- 2、环境评价测试、试验和监测费
- 3、环保设施竣工验收测试费
- 4、与环境保护有关的设施费，如除灰系统的费用等，且应单独列出。

本工程环保设施费 1828 万元，另外考虑环评和环保设备竣工验收费 60 万元，合计 1888 万元，占工程静态投资 51790 万元的 3.53%。

第八章 劳动安全与工业卫生

根据《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国职业病防治法》和《工业企业设计卫生标准》等国家和行业有关规定的要求，保护劳动者在生产中的安全和健康，本工程设计中充分考虑了各项劳动安全和职业卫生设施，分别在有关专业中实施。

8.1 应遵循的安全卫生规程和标准

- (1) 《中华人民共和国劳动法》(1994 年 7 月 5 日)
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》(2002 年 11 月 1 日施行)
- (3) 《中华人民共和国职业病防治法》(2002 年 5 月 1 日施行)
- (4) 《工业企业设计卫生标准》GB21-2002
- (5) 《工作场所有害因素职业接触限值》GB22-2002
- (6) 《火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程》DL5053
- (7) 《生物原料发电厂设计规范》GB50762-2012
- (8) 《小型火力发电厂设计规范》GB50049-2011
- (9) 《沼气工程技术规范》NY/T1200

8.2 劳动安全职业卫生部分

(1) 热电厂生产过程中危害因素分析

热电厂生产过程中主要使用的有毒、有害原料有：盐酸、碱、氨（化学水处理用）、六氟化硫（高压断路器用）等。产生的有害气体有酸气（如盐酸气体、蓄电池室的酸气）、氨气等，其数量不大，电厂生产过程中产生的粉尘，主要是秸秆的贮存输送、运转、破碎过程中产生的粉尘，其影响程度与工艺设计、设备及通风除尘设施等条件有关。

热电厂生产过程中产生高温高压的部位有锅炉、汽轮机、除氧器、加热器、导汽管及蒸汽管道。电厂易燃易爆部位有锅炉、燃气系统、烟气系统等。

热电厂产生振动和噪声的部位有锅炉、汽轮机、发电机、给水泵、各类风机、空压机、锅炉排汽阀以及个别汽水管道部位。

热电厂主厂房属高温区域，需采用自然通风与局部机械通风相结合的措施。热电厂各集中控制室和主要值班室是运行人员经常值勤场所，须采取保持一定温度范围的采暖与空调措施，以改善劳动生产环境。

(2) 防火防爆

根据现行的《火力发电厂设计技术规程》、《建筑设计防火规范》和《火力发电厂与变电所设计防火规定》的规定对厂内各建（构）筑物的进行防火分区、防火隔断、防火间距、安全疏散和消防通道设计，确保各建（构）筑物之间的安全距离，结合生物原料电厂的特点考虑完善的防火措施。

主厂房运转层集中控制室的墙体及吊顶材料均采用非燃烧材料，所有建筑物均不少于两个出入口。主厂房扩建端设消防梯。在主控楼内，主控室的吊顶采用难燃烧材料，其它建筑物均按有关规程要求等级进行设计，以满足防火要求。在变压器、汽轮机油箱等处，设置“严禁烟火”的警告牌，并按要求设置灭火器。

对于各类压力容器和电气设备等有爆炸危险设备的工艺及相应的土建设计，均根据现行的《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》、《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程》、《压力容器安全技术监测规程》和《建筑设计防火规范》中的有关规定，按不同类型的爆炸源和危险因素采取相应的防爆保护措施。

热电厂所有压力容器高压锅炉设备等，均设有安全阀，以防超压爆炸，锅炉设备按安全监测规程要求设置安全门，主蒸汽管道设安全监测点。对危险品、易燃易爆品均要限量贮存于专用仓库。

(3) 防尘

锅炉房零米层地面设计考虑排水坡度以便于用水冲洗清扫地面积灰。电厂运行中的粉尘主要是秸秆在运输和卸载过程中产生的。秸秆储存棚四周密封，以防

粉尘外泄。

(4) 防毒、防腐蚀

锅炉加药设备采取密闭溶解方式，以减少有害气体的外溢，并设有通风设施。电厂内所有贮存、输送腐蚀性介质的容器、管道均采用防腐蚀材料。在配制和使用腐蚀性、刺激性物质的岗位和场所设置水冲洗龙头和洗眼睛器，同时加强个人防护，配备橡胶手套、工作服、眼镜等劳保用品。

(5) 防噪声

热电厂的噪声源主要是风机、水泵、汽轮机、励磁机、发电机等工艺设备和锅炉排汽管道的瞬时排汽噪声等。在总图布置和工艺设计上，采用闹静分区的方法，将高噪声设备集中布置。对于长期连续运行产生高噪声的场所采取消声、隔声措施，在强噪声区域作检修人员可配带耳塞。集控室和值班室采用隔声性能良好的门窗及有较好吸声性能的墙面材料。各种高噪声设备做减振处理，露天高噪声设备设计隔声罩及采用隔声包扎等措施，送风机入口及锅炉放空排气管装消音器。

(6) 防雷接地及防电伤

本工程过电压保护和接地的设计均按《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》、《电力设备接地设计技术规程》、《交流电气装置的接地》以及《建筑物防雷设计规范》的要求进行。在主厂房屋顶及烟囱上装避雷针，作为直击雷过电压保护设施。为防止变压器高压侧的雷电波经过变压器危及发电机，在电机出线上装设避雷器。

高压厂用电开关柜采用有五防措施的设备，带闭锁装置。进入配电室等处，均设加锁门。要求运行人员严格执行电气安全操作规程及工作票制度，以防误操作，防止非工作人员进入。高压隔离开关的操作机械都配备加锁的闭锁装置。

(7) 防机械伤害

对回转机械及可能伤害人体的机械设备均装保护罩。对锅炉本体的楼梯及步道均考虑防滑要求。对锅炉及汽机运转层平台四周设置了防护栏杆。对较高的检修入孔及操作阀门处均设置了维修平台。厂内沟道均设计有安全盖板，以防人员跌落。

(8) 防暑、防寒、防潮

汽机房考虑采用自然通风方式，室外空气由汽机房底层侧窗进入吸收热量，由屋顶天窗排至室外。其它生产厂房均设置必要的通风设施，机、炉控制室及变送电室合用单独空调系统，加药间、锅炉房、配电室均设机械通风装置。对运行维修人员可能接触的高温设备及管道设置保温或隔热套，保证外表温度小于 50℃，以减少热辐射、防止接触烫伤。

厂内建筑物设采暖系统，外墙厚度和屋面保温层厚度也满足保温要求。各生产厂房零米以下墙体设防潮层。锅炉房零米设排水沟以保证排水畅通。

8.3 综合评价

本工程在设计中对防火、防尘、防电伤、防机械伤害、防暑、防寒、防潮、防噪声、防振动等各方面均按各项规程、规范、标准等采取相应的措施，为热电厂安全生产、减少事故发生以及维护职工健康创造了较好的条件。热电厂投产运行后应严格执行运行、检修、操作规程，本工程将在劳动安全及职业卫生方面达到良好的效果。

第九章 节约和合理利用能源

9.1 项目概况

本工程为山东费县生物能源化综合利用项目。根据项目所在地费县当地可利用的生物资源情况，确定本项目的建设规模为新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，同时相应配套建设变配电、余热回收利用系统。

项目所选沼气罐为国内比较成熟的高温发酵罐，基质片和有机肥生产线也是国内主流产品，所选次中温次中压循环流化床锅炉为国内先进的炉型，汽轮发电机组为国内成型设备。项目所有辅机设备均选用国产的、具有较高效率的设备。

9.2 项目节能的意义及节能工作重点

按照《中华人民共和国节约能源法》第三章的规定：用能单位应当按照合理用能的原则，加强节能管理，制定并组织实施本单位的节能技术措施，降低能耗。用能单位应当开展节能教育，组织有关人员参加节能培训；加强能源计量管理，健全能源消费统计和能源利用状况的分析制度。

9.3 用能标准和节能规范

本工程设计、施工及运营阶段遵循的节能标准及规范如下：

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（主席令[第 90 号]）；
- (2) 国家发改委发改能源[2004]【864】号《关于燃煤电站项目规划和建设有关要求的通知》；
- (3) 国家发改委令第 40 号《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》；
- (4) 《固定资产投资项目节能评估和审查暂行》（国家发改委[2010] 第 6 号）；
- (5) 《生物原料发电厂设计规范》（GB50762-2012）；
- (6) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）；

(7)《山东省节能监察办法》；

(8)其它国家、行业有关节能设计标准及控制指标。

9.4 能耗状况和能耗指标分析

9.4.1 项目技术经济指标及水资源消耗情况

根据项目所选用的锅炉、汽轮发电机及各辅机设备的效率，经计算可得出本项目运营时，主要经济技术指标及水资源消耗情况见下表：

序号	项目	单位	计算结果
1	汽轮机进汽量	t/h	159
2	汽轮机凝汽量	t/h	101
3	发电功率	MW	25
4	汽机外供蒸汽量	t/h	58
5	年发电量	万 kwh/a	15700
6	年供电量	万 kwh/a	14100
7	年产有机肥	万 t/a	1
8	年产基质片	万片/a	2000
9	年产蘑菇菌棒	万 t/a	1.8
10	机组年发电利用小时数	h	8000
11	年处理生物质量	万 t/a	30
12	年处理生猪粪便	万 t/a	1.5
13	年处理生物量折合标煤	万 t/a	4

序号	项 目	需水量 (m ³ /h)		经常回收 (m ³ /h)		实际耗水量 (m ³ /h)		备注
		夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季	

1	锅炉补水	58	58	0	0	58	58	
2	冷却塔蒸发损失	78.2	0	78.2	0	78.2	0	
3	冷却塔风吹损失	6.4	0	6.4	0	6.4	0	
4	循环水排污	20	15	20	15	0	0	
5	化学水处理生水	36	36	36	36	0	0	
6	取样冷却用水	24	24	23	23	1	1	
7	工业用水	250	200	248	198	2	2	
8	生活用水	3	3	0	0	3	3	
9	未预计用水	5	5	0	0	5	5	
10	合计	480.6	341	411.6	272	147.2	69	

9.4.2 能耗状况和能耗指标分析

(1) 项目规划及设计阶段

在项目规划及设计阶段，生物质发电厂有别于一般的燃煤电厂的一个显著区别在于：由于生物原料的单位容重远远小于燃煤，生物质发电厂原料的收集及存储需要占用大量的土地资源。同等规模的电厂，如果算上厂外生物原料收购站点占用的土地，则生物质发电厂需要的面积约为燃煤电厂的 3 倍左右。在土地资源紧张的状况下，需要规划及设计部门合理布置，最优化的进行土地资源的利用。

(2) 项目施工期间能耗状况及分析

项目在施工期间主要消耗的资源为施工用水及施工用电。其中，施工用水主要用于项目施工人员生活用水及施工期间在施工现场的防尘用 30t。施工人员的生活用水由市政用水供应，大致测算的用水量每天约为 30t，防尘及其他施工用水大致测算每天的消耗量约为 15t。施工用电主要为施工时电焊设备、施工照明及施工人员日常生活用电等，根据测算，施工期间的用电负荷最高时约为每天 500kWh。按照项目的建设期 24 个月计算，整个施工期间使用的水量约为 26600t，

用电量约为 7.4×10^6 kWh。

(3) 项目运营期间能耗状况及分析

a 水资源的使周情况

本工程生产、生活用水和消防用水采用热电厂厂区蒙阳河水。本工程夏季补充水量为 $147.2 \text{ m}^3/\text{h}$ ，冬季补充水量为 $69 \text{ m}^3/\text{h}$ ；自来水补水量为 $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。全年补充水量为 $72.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ，全年自来水补充水量为 $2.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

b 生物原料资源的利用情况

本项目所使用的生物原料资源主要为果树剪枝、板厂废料、树皮、农作物秸秆、果壳、果蔬秧等，为可再生资源，不会增加项目所在地一次能源的消耗量。项目选用高效发酵技术而成的沼气罐，配备高效中温中压循环流化床锅炉，锅炉的燃烧效率可达到 90%。6 个 4200 m^3 沼气罐，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。本项目的年耗生物量为 30 万吨，年处理猪粪便 15000 吨，与普通燃煤电厂相比，本项目消耗的生物原料量相当于每年可节约标煤量为 16 万吨。

9.5 节能措施和节能效果分析

9.5.1 项目规划设计阶段

为了节约宝贵的土地资源，本工程在满足建筑消防规范要求的前提下，尽量压缩各建（构）筑物之间的间距；此外精心规划管线走廊，合理压缩管线走廊宽度，减小建（构）筑物和管线之间的水平间距，尽量减少厂区用地；有条件的辅助、附属建（构）筑物尽量做联合建筑，不设广场，合理考虑建筑物之间的距离，以节约厂区用地。

规划设计时，根据厂房所在地位置情况，合理布置厂外收购站点的位置，使得厂房所在地处于各收购站点的中心位置，从而大大减少生物原料收运到厂的运距。按照生物原料季节收购的特性及生物热电厂的实际运行时间低于一般常规燃

煤电厂的情况，考虑各收购站点的储存总量按照所需量的 60%考虑，这样可大大减少收购站点的土地占用。

9.5.2 项目建设、实施阶段

本项目建成后主要生产环节可大致分为：生物原料的收集、入厂和入池、沼气生产、锅炉燃烧以及蒸汽的生产和消耗、汽轮机组发电和电力输送等，各环节节能措施及效果分析如下：

(1) 原料的收集及入厂环节的节能措施

生物原料的质量直接影响生物热电厂的经济效益，如果入炉的生物原料含水率偏高、掺杂一些杂物，锅炉的运行就不稳定、燃烧效率就会偏低，不仅增加了生物原料的消耗量，而且使得锅炉本体及辅助设备的损耗加大，从而相应的增加了生产成本。

因此可以说，原料的收集、入厂、入炉环节的控制是项目节能工作的源头，为了有效的控制这项工作，必须采取以下一些措施：

a. 为了杜绝原料收集过程中的内外勾结现象，在各生物原料收购站点实行严格的验收把关，实行生物原料计量、采样、化验工作的“三单”制度，对生物原料的质和量的控制落实到每一个环节当中。

b. 合理设置生物原料收购站，从而减少生物原料的运输成本。

c. 各生物原料收购站点配备齐全计量及检验设备，强化各设备的检查验收制度。

在生物原料收集及入厂过程中采用以上措施以后，所收集到的生物原料的数量、质量均可以得到有效的保障，比如可以有效的降低生物原料的含水率、清除生物原料中的杂物等，这些措施的执行，相当于每年可少收集 10-20%的生物原料量。

(2) 循环流化床锅炉燃烧环节的节能措施

锅炉是最大的燃料消耗设备，燃料在锅炉内燃烧过程中的能量损失主要包括：排烟损失、机械不完全燃烧损失、化学不完全燃烧损失、散热损失、灰渣物理热损失等。因此，只有通过减少各项损失、提高锅炉燃烧效率才能实现锅炉燃烧的节能控制：

在锅炉运行过程中，注意调节各种入炉膛风的风量、风速，摸索掌握一套配风调整的经验，可有效的减少炉膛尤其是空气预热器的漏风，消除烟道及空预器的积灰现象，降低了燃烧过程中的各项损失，从而达到节能效果。为了进行有效调节，所有的锅炉燃烧过程都将采用微机控制系统。

采用以上节能措施后，可以保障锅炉在设计的燃烧效率情况下有效运行。

(3) 汽轮发电机组运行的节能控制措施

汽轮机运行时的能量损失主要指级内损失，另外，汽轮机排汽也会造成一定的冷源损失。反映汽轮机效率水平的主要指标为汽耗率及机组热耗率。

针对汽轮机的节能改造措施主要有：通流部分改造、汽封及汽封系统改造、改进油挡结构及防止透平油污染、防止断油烧瓦技术、改善机组振动状况、改进调节系统等。

在运行及检修维护方面，应注意控制和提高机组真空严密性，保证水泵房设备的正常投运，保证机组循环水水质，合理调整循环水泵运行方式，并定期对凝汽器进行半边清洗。针对汽机热耗偏大问题，应加强节能诊断分析，定期进行汽缸效率测试，加强机组阀门内漏的监督等等。对生产过程中需进行经济核算的水、燃料、汽均设置计量仪表，加强节能监督。

(4) 主要辅机、电气设备的节能控制措施

a. 选用高效节能的辅机产品，如采用节能型风机、水泵和 Y 型系列电机等。合理选择各辅机的电机容量，以提高运行的经济性。采用高效节能的辅机设备可降低厂用电率约 20% 左右。

b. 合理选择汽水管道和烟风道断面，保证介质流速符合规范，并与水泵和风机规格相适应，可有效降低厂用电。

c. 厂内采用余热回收，如连排、定排扩容器蒸汽的再利用，排烟余热回收利用等，这些措施的采用，可有效减少能源的消耗量。

d. 主变压器和厂用变压器均采用低损耗变压器，照明系统选用气体放电灯，降低能耗。部分设备根据负荷情况采用变频或软启动设施和根据液位采用自动调节达到节能效果。

e. 项目用水的节约措施

项目设计过程中，热力系统各设备和管道均尽量考虑回收疏水及凝结水，从而降低化学水的补水量。同时还对生产过程的水、汽均设置计量仪表，加强节能监督。

(5) 项目节能工作的监督管理

在上述各主要生产环节中，热电厂的节能监督管理人员必须在足够的职权下，完成以下各项监督管理职责，真正实现节能控制管理：

首先，重点抓好原料的监督管理。节能监督人员有权要求原料运输部门按照设计订货，并随时掌握入厂原料和入炉原料的分析结果，及时指导原料的调配和气化调整。

第二，合理安排适应电网的经济调度。根据本厂的机组特性，安排各类辅机的最佳组合运行方式，实现经济调度。

第三，掌握机组设备状态和运行方式，组织并指导能平衡测试及有关热力试验。深入了解机炉本体、辅机设备状况及存在的缺陷，通过测试或试验，及时掌握机组实际运行性能水平，调整机组的经济运行方式，对存在问题要求检修部门及时处理。

第四，监督考核运行参数，统计分析主要经济指标。对主蒸汽压力、温度、

排烟温度、飞灰可燃物、给水温度、高加投入率、汽机端差、真空、主要辅机设备电耗等进行监督考核，及时对发电量、厂用电率、供电标煤耗等主要经济指标进行统计分析，为决策层提供可靠数据。

9.6 结论

本项目为纯生物原料和林木废弃物的新能源——生物热电项目，原料为可再生的农林生物原料，不消耗化石燃料。项目建成后，预计每年可为电网提供清洁能源——电能 $1.41 \times 10^8 \text{kWh/a}$ ，每年消耗农林生物原料为 30 万吨，相当于每年可为国家节约标煤 16 万吨。

通过一系列的节能措施的实施，可以确保建成后的生物热电厂经济有效的运营，使得建成后的生物热电厂成为节能、环保效益型的热电厂。

第十章 劳动组织及定员

根据《火力发电厂编制定员标准》的有关规定，本着精简机构、加强管理、提高工效、方便生产的思路，结合本工程的具体情况，本项目的组织机构和人员定额按下述原则考虑：

- 1、生物热电厂的生产组织按大分场制考虑，运行人员按四班三运制配备。
- 2、职能科室按厂长办公室、生产技术科、材料供应科、财务科、总务科四科一室考虑。
- 3、厂外各生物原料收集站点的运行、检修管理人员列入热电厂人员编制，由热电厂垂直管理。
- 4、本报告提出的机构及人员编制仅供参考。

本工程用人共 100 人，其中运行检修人员为 80 人，管理人员 12 人，服务性人员 8 人，具体人员配置情况详见下表：

序号	项目	人数	备注
一	运行及检修人员		
1	汽机运行	18	
2	锅炉运行	24	
3	电气运行	18	
4	原料运行	14	
5	热工检修	6	
二	管理人员	12	
三	服务人员	8	
	合计	100	

第十一章 工程实施条件和轮廓进度

11.1 工程实施条件

11.1.1 建立生物原料供应系统

1、在费县区域内合理布置收购点，共设立 6 个固定收购站点，各站点培养若干生物原料收购专业户；

2、建立收购站点的仓储设施。每个固定收购站点的仓储设施规格设计，暂以收购站总的贮存量满足生物热电厂生物原料年消耗量的 60%考虑，每个收购固定收购站设计储存能力 3 万吨，6 个固定收购站总储存量为 18 万吨；

3、完善合同收购保障体系。每年度由生物热电厂按照电厂运行消耗生物原料的情况，向各收购站点下达收购任务，各收购站点与生物原料收集专业户及农户签订收购合同。生物原料由各收购站点按电厂调度的要求运送至电厂；

4、根据生物热电厂运行情况，制定合理的生物原料调度和验收计划。

11.1.2 完善施工现场条件

在工程主厂区内应留有足够完善的施工场地及保证施工正常进行的施工条件：

1、施工主要机具及施工队

施工主要机具主要由施工队购置，施工队必须具备施工所需的素质，并有可考察的已建工程，其技术骨干均需具有相应的可以承担电建工程的证明或资格证书。

2、设备及材料的运输

主要设备及材料均没有超级超限的问题。地方材料应当就地取材，外埠设备和材料可用火车、汽车运输到厂。

3、施工电源

施工电源利用外接电源。施工变压器两台，采用与厂变同一型号。

4、施工水源

施工水源、生活用水就近接自蒙阳河。

5、施工通讯

由费县网通公司接入固定电话。

6、施工道路

厂址南边距 327 国道 559m，施工时若有条件可将厂内道路先行施工，并与 327 国道相通，无条件时可采用碎石或土路作为施工道路。

11.2 工程建设的轮廓进度

根据本工程的特点，工程严格按照国家有关建设项目程序及规定进行，项目建设单位应积极进行技术交流及准备工作，保障项目的顺利进行。本工程从项目批复开工开始算，建设周期约为 24 个月。

第十二章 投资估算及财务评价

12.1 投资估算

12.1.1 工程概况

1、建设规模：根据项目所在地费县当地可利用的生物资源，确定本项目的建设规模为新建 6 个 4200m³ 的大型沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮发电机组，发出的电量除满足厂用电外，其余全部上网。

本工程由热力系统、原料供应系统、除灰系统、基质片生产系统、有机肥生产系统、沼气生产系统、供水系统、热控系统、电气系统、交通运输工程和必要的附属生产设施、生活福利设施组成。

2、设计范围：本工程投资包括厂区内工程和电力并网工程。

3、主要设备选型：

中温中压循环流化床锅炉	1250 万元 / 台：
抽凝式汽轮发电机组	2098 万元 / 台
沼气罐	450 万元 / 个

其他设备：采用近期类似工程订货价，现行出厂价，不足部分采用估价。

12.1.2 编制依据

1、指标：中国电力企业联合会发布《电力建设工程概算定额(2013 年版)》，中国电力企业联合会发布《电力建设工程预算定额（2013 年版）》，中国电力企业联合会发布《电力建设工程施工机械台班费用定额(2013 年版)》，中国电力企业联合会发布《电力建设工程工期定额（2013 年版）》。

2、工程量计算：按设计人员所提资料及厂家设备样本计算。

3、调整文件：

国家计委颁发 2001 年《热电联产项目可行性研究投资估算编制办法》和山东省内有关规定。人工费根据电力工程造价与定额管理总站文件，电定总造[2013]《关于公布各地区工资性补贴的通知》调整。山东鲁电定额[2013]关于印发《山东省电力建设工程概预算定额水平调整办法》的通知，山东省电力建设建筑工程施工机械价差调整表执行。

4、材料价格

(1)建筑材料：按 2014 年第 2 季度当地建筑工程地方材料预算价格计算和山东鲁电定额[2013]关于印发《山东省电力建设工程概预算定额水平调整办法》的通知，山东省电力建设建筑工程施工机械价差调整表执行。

(2)安装材料：中国电力企业联合会发布《电力建设工程装置性材料预算价格（2013 年版）》，中国电力企业联合会发布《发电工程装置性材料综合预算价格（2013 年版）》，中国电力企业联合会发布《变电工程装置性材料综合预算价格（2013 年版）》。

(3)市场价由当地物价部门提供《建筑工程预算材料指导价格表》。

5、其他费用

中华人民共和国国家发展和改革委员会发布《火力发电工程建设预算编制与计算标准》（2013 发布），中华人民共和国国家发展和改革委员会发布《电网工程建设预算编制与计算标准》（2013 发布），《热电联产项目可行性研究估算编制方法》。

12.1.3 投资情况

该工程静态总投资 万元。其中：建筑工程投资 万元；设备购置投资 万元；安装工程投资 万元；其他费用投资 万元。建设期贷款利息 万元，流动资金投资 万元，电力并网工程 万元，热力管网费 万元。项目总投资 万元。

具体投资情况见附表：

- 1、表一总估算表
- 2、表二安装工程汇总估算表
- 3、表三建筑工程汇总估算表
- 4、表四其他费用估算表

第十三章 结论和建议

13.1 主要结论

(1) 山东费县生物能源化综合利用项目的建设规模为新建 6 个 4200m^3 的沼气罐，配套 2 台 75t/h 中温中压循环流化床锅炉，新上 1 台 CN25-3.82/0.49 型抽凝式汽轮机组，除解决厂内用电外，其余发电上网。新上水稻育秧基质生产线和有机肥生产线、蘑菇栽培料生产线，同时相应配套建设变配电、余热回收利用系统。生物能源的年消耗量为 30 万吨，猪粪便 15000 吨。年发电设备利用小时数为 8000 小时，年发电量为 $15700 \times 10^4\text{kWh}$ ，年供电量为 $14100 \times 10^4\text{kWh}$ 。

(2) 本工程拟建厂址

项目拟建厂址位于费县胡阳镇吉山，工程用地 10.76 公顷（161 亩）。土地性质为费县规划建设用地，符合费县土地利用总体规划。

厂址附近交通环境好。本项目厂前道路，路面宽 30m，厂址周边路网条件较好，同时交通量不大，而本工程为当地公路交通双向流量增加 40 辆，对当地交通影响很小。

本工程厂址距离其东部的 110kV 许城变电站约 4km，接入条件好。

综合来讲，项目选址是较为理想的。

(3) 本项目的建设，将对地方经济有拉动作用，可提供一定数量的就业机会，可以增加农民收入。

(4) 本工程的建设投产不仅使当地的农林生物原料得到了集中无害化处理和处置，有效的解决了露天焚烧农作物生物原料导致污染环境、影响交通安全、影响社会生产和人民生活的问题，而且提高了环境卫生质量，增加了农民的收入，创造了良好的生活、投资环境，可以起到良好的社会效益、环境效益、经济效益。

本工程建设是十分必要的。

(5) 可研报告中充分考虑到生物热电厂的技术风险、市场风险、实施和投资风险。经过论证，只要措施得当，这些风险均可降至极小。

13.2 建议

(1) 尽快安排落实电力接入系统可行性报告、环评报告编制和报批工作。为今后的本项目的核准工作和工程建设顺利开展提供基础材料。

(2) 生物发电成功与否的关键在于生物原料的组织和管理，虽然存在诸多的困难，但是可以通过以下的办法加以适应和解决：

一是初期需依靠地方政府行政引导、组织和政策支持。使广大农村和农民理解生物热电对国家、社会和个人的巨大作用，理解生物生物原料的出售不同于普通自由化竞争的商品，积极出售生物原料。项目所在地当地政府应负责科学地组织建立起整个收购、储存和运输网络，保证充足的生物原料供应。

二是在生物原料收购市场条件逐步实行正常市场化。生物发电企业应创新管理、创新思维，加快自主生物生物原料收、储、运网络和模式，用最短的时间建立起市场化运营的模式，并力求最大幅度地降低燃料运营成本。