



生物质发电机组 施工安装与运维检修

《生物质发电机组施工安装与运维检修》编委会 编



生物质发电机组 施工安装与运维检修

《生物质发电机组施工安装与运维检修》编委会 编

常州大学图书馆
藏书章



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

为实现国务院《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》（国发〔2016〕67号）和国家能源局《生物质能发展“十三五”规划》（国能新能〔2016〕291号）中的目标，增大生物质发电在发电使用能源中的比重，满足生物质发电工程的新要求，作者编写了本书。本书共分3篇：第一篇为生物质发电技术；第二篇为生物质发电机组施工安装；第三篇为生物质发电机组运维检修。

本书可供生物质发电工程的施工安装、运维检修技术人员和管理人员阅读，也可供高等学校有关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

生物质发电机组施工安装与运维检修 / 《生物质发电机组施工安装与运维检修》编委会编. — 北京：中国水利水电出版社，2017.11
ISBN 978-7-5170-6048-2

I. ①生… II. ①生… III. ①生物能源—发电机组—基本知识 IV. ①TM619②TM31

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第281661号

书 名	生物质发电机组施工安装与运维检修 SHENGWUZHI FADIAN JIZU SHIGONG ANZHUANG YU YUNWEI JIANXIU
作 者	《生物质发电机组施工安装与运维检修》编委会 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 32.75印张 777千字
版 次	2017年11月第1版 2017年11月第1次印刷
定 价	168.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《生物质发电机组施工安装与运维检修》

编委会名单

主 任：张仕涛 肖 英

副 主 任：赵启明 赵秀华 侯端美 刘云雷 岳增智 石 健
王学武 张 忠

委 员：肖玉桥 司连启 张文俊 王立臣 杨学志 宋爱军
周 华 刘 雷 刘春江 隽 伟 李体营 鲍 国

主 编：张 忠 吕英胜 王靖宇

副 主 编：吴雁力 司连启 张文俊 杨学志 宋爱军 周 华
刘春江 隽 伟

编写人员：苏 明 敬承凤 王永志 董 岳 王清亮 王秀梅
苏新强 周元庆 尚玉玲 王烁章 刘 双 李 磊
刘士学 宋卫东 袁延军 宋俊峰 潘满华 武辰媛
张德心 石 凯 马廷玉 高智勇 刘兴振 朱光磊
王学志 张庆龙 迟志健 卢圣腾 梅大川 刘海龙
于鸿祥 魏 涛 胡传如 王刘波 崔 光 刘 欢
娄志飞 张洪涛 宋 磊 李东海 梁文栋 刘志杨
李 伟 张纪法 王其波 周运涛 王 松 李方根
杨家耕 岳耀晖 周 航 马世强 丁 浩 刘志刚
张朋朋 庄嘉兵 陈远浩 贾古林 路自伟 辛 磊
姚 明 蒋欣成 钟晨宁

前言

FOREWORD

生物质发电作为目前综合效益较好、产业化较为成熟的项目，对于可再生能源开发、能源结构调整、环境生态保护以及实现低碳经济都具有重要的积极意义。我国《中华人民共和国可再生能源法》和《可再生能源中长期发展规划》（发改能源〔2007〕2174号）等都对生物质发电的开发利用提出了明确要求。

为实现国务院《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》（国发〔2016〕67号）和国家能源局《生物质能发展“十三五”规划》（国能新能〔2016〕291号）中的目标，增大生物质发电在发电使用能源中的比重，满足生物质发电工程的新要求，作者编写了本书。本书共分3篇：第一篇为生物质发电技术；第二篇为生物质发电机组施工安装；第三篇为生物质发电机组运维检修。第一篇包括6章，依次为：概述、直接燃烧发电、混合燃烧发电、垃圾焚烧发电、沼气发电和生物质（秸秆）干馏热解气化发电。第二篇包括6章，依次为：生物质发电机组施工组织设计、生物质直接燃烧发电锅炉专业施工、生物质发电汽轮发电机组安装、生物质发电电气专业施工、生物质发电热控专业施工安装和生物质发电工程焊接专业施工。第三篇包括3章，依次为：生物质发电机组运行、生物质发电机组维护和生物质发电机组检修。

随着技术进步及产业化应用不断突破，生物质能作为世界第四大能源，正以其优越性，成为各国关注的热点之一。目前，我国生物质发电已进入稳定发展阶段。尽管行业仍面临一些问题，业内普遍认为，只要在政策、资金及技术方面给予适当扶持，生物质发电的前景非常广阔。本书可供水冷振动炉排生物质锅炉发电工程的施工安装、运维检修企业

专业人员学习使用，对其他形式的生物质发电工程的施工安装、运维检修亦有参考价值。

参加本书编写的还有李禹萱、李佳辰、王晋生、王雪、杜松岩、胡中流、李军华、赵琼、田秀青、王娜、张文娟、李康、王嘉悦等。

本书编写过程中参考了大量最新有关生物质发电的论文、报告、图书、产品说明书等文献，在此谨向参考文献作者和现场施工、运行、检修文件编纂者表示真诚的谢意。

由于编者水平有限，时间紧促，书中一定会有错误和不妥之处，恳望读者批评指正。

作者

2017年10月

目录

CONTENTS

前言

第一篇 生物质发电技术

1

第一章 概述	3
第一节 生物质和生物质能	3
一、生物质	3
二、生物质能	3
三、生物质燃料与生物质成型燃料	3
第二节 生物质发电	4
一、生物质发电形式	4
二、生物质发电前景	5
第三节 我国生物质发电鼓励政策	6
一、《能源行业加强大气污染防治工作方案》	6
二、加强和规范生物质发电项目管理	8
三、我国生物质发电相关的财政及税收政策	9
第四节 我国“十三五”生物质发电规划目标	10
一、“十三五”国家战略性新兴产业发展规划	10
二、“十三五”生物产业发展规划	10
三、生物质能发展“十三五”规划	11
第五节 生物质发电工程建设预算项目划分	13
一、一般规定	13
二、生物质发电工程项目划分次序	14
三、生物质发电工程建筑工程项目划分	16
四、生物质发电工程安装工程项目划分	26
第二章 直接燃烧发电	37
第一节 生物质直接燃烧发电基本特性	37
一、生物质燃料直接燃烧的过程	37

二、生物质直接燃烧发电的特点	37
第二节 生物质直接燃烧发电生产工艺流程与燃烧设备	38
一、生产工艺流程	38
二、生物质燃烧设备	39
第三节 生物质锅炉用水冷式振动炉排	40
一、水冷式振动炉排工艺流程	40
二、水冷式振动炉排锅炉技术特点	40
三、水冷式振动炉排炉结构	42
四、水冷式振动炉排技术要求和结构性能要求	42
第四节 生物质循环流化床锅炉	44
一、直燃式生物质循环流化床锅炉技术要求	44
二、直燃式生物质循环流化床锅炉设计制造基本要求	45
第三章 混合燃烧发电	47
第一节 混合燃烧发电的形式	47
一、生物质与煤混合燃烧发电简介	47
二、混合燃烧的主要形式	47
第二节 生物质混燃发电技术	48
一、直接混燃发电技术	48
二、间接混燃发电技术	49
三、并联混燃发电技术	49
第四章 垃圾焚烧发电	51
第一节 生活垃圾的特性及处理方式	51
一、生活垃圾的特性	51
二、生活垃圾的处理方式	52
第二节 垃圾焚烧发电技术	54
一、垃圾焚烧发电工艺流程	54
二、垃圾焚烧装置分类	54
第三节 垃圾焚烧设备	55
一、机械炉排焚烧炉	55
二、流化床焚烧炉	55
三、回转窑焚烧炉	56
第五章 沼气发电	58
第一节 沼气发酵	58
一、沼气发酵工程类型	58
二、沼气发酵工艺流程	58
第二节 沼气发电技术	59
一、沼气发电技术简介	59

二、沼气发电厂特点	59
第三节 沼气发电系统和生产工艺	60
一、沼气发电系统	60
二、沼气发电厂生产工艺	61
第六章 生物质(秸秆)干馏热解气化发电	64
第一节 秸秆干馏热解综合处理技术特点	64
第二节 秸秆干馏热解气化技术原理和工艺流程	64
一、秸秆气化技术分类	64
二、干馏热解气化技术原理	65
三、干馏热解工艺流程	67
四、厂区布置	69
第三节 秸秆干馏热解过程的节能措施和环保效果	71
一、节能措施	71
二、环保效果	71
第四节 秸秆经生物质干馏热解气化技术后综合利用产业链	72
一、秸秆综合利用产业链	72
二、燃气发电机组发电并网	73
三、木质炭	74
四、木焦油	75
五、木醋液	76
六、二氧化碳	77

第二篇 生物质发电机组施工安装

2

第一章 生物质发电机组施工组织设计	81
第一节 工程概况	81
一、编制依据	81
二、工程概述	81
三、施工范围及主要工作量	88
第二节 施工组织机构及劳力计划	88
一、施工组织机构	88
二、施工劳力计划	88
第三节 施工进度计划	88
一、里程碑进度计划	88
二、施工综合进度计划	88
三、保证进度计划的主要措施	88

四、针对本工程特殊工期的保证措施	89
第四节 施工总平面布置及力能供应	90
一、施工总平面布置	90
二、施工力能供应	92
第五节 大件吊装方案	93
一、发电机定子	93
二、汽包	93
三、建筑专业施工方案	93
四、锅炉专业施工方案	103
五、汽机专业施工方案	112
六、电气专业施工方案	117
七、热控专业施工方案	131
八、保温防腐专业施工方案	135
九、焊接作业方案及金属监督方案	138
十、冬雨季施工方案	140
十一、重大交叉作业及协调管理方案	143
十二、工程成本控制措施	144
第六节 图纸及设备需求计划和技术检验计划	145
一、工程图纸需求计划	145
二、设备图纸需求计划	145
三、设备需求计划	145
四、技术检验计划	145
第七节 技术管理	147
一、技术管理网络	147
二、技术管理制度	147
三、技术管理措施	147
四、焊接管理	148
五、计量管理	149
六、机械设备管理	149
七、工程物资设备管理	150
八、文件管理	151
第八节 工程质量目标及质量控制措施	152
一、工程质量规划	152
二、工程质量目标	153
三、工程质量保证措施	153
第九节 施工环境保证措施	158
一、环境管理体系	158
二、主要环境影响的控制措施	159

三、环境保护措施	160
第十节 安全文明施工管理	162
一、安全管理	162
二、安全文化	166
三、文明施工管理	167
四、职业健康管理	168
第十一节 竣工技术总结清单	170
一、工程概况	170
二、施工管理	170
三、工程管理	171
四、经营管理	172
五、机组试运行	172
六、专业技术总结	172
第二章 生物质直接燃烧发电锅炉专业施工	173
第一节 锅炉专业施工项目规模	173
一、锅炉专业施工范围	173
二、锅炉专业施工项目规模	173
三、施工总平面及临时设施布置	176
第二节 钢结构安装	176
一、概述	176
二、锅炉钢结构吊装	176
三、钢架安装标准	177
四、水冷振动炉排验收与组装	178
五、水冷振动炉排检验与试验	180
第三节 锅炉汽包安装	181
一、汽包组件的卸车与吊装	181
二、汽包安装	181
第四节 锅炉受热面及管道安装	182
一、安装顺序	182
二、施工工艺	182
第五节 锅炉水压试验	183
一、水压试验压力及水质水温要求	183
二、水压试验的范围	184
三、水压试验应具备的条件	184
四、水压试验步骤	186
五、水压试验检查项目和质量要求	186
第六节 风机安装	187

一、风机安装前准备工作	187
二、风机安装	188
三、偶合器安装	189
第七节 烟风管道安装和吹灰器安装	189
一、部件地面组合	189
二、部件的吊装	189
三、吹灰器安装	190
第八节 启动锅炉安装	190
一、安装前准备工作	190
二、安装	191
第九节 锅炉酸洗	191
一、锅炉酸洗范围和准备工作	191
二、酸洗步骤和评价标准	192
第十节 锅炉吹管	192
一、吹管目的和流程	192
二、吹管程序	193
第十一节 给料系统安装	193
一、给料系统组成	193
二、给料系统安装	193
第十二节 除尘器安装	193
一、布袋式除尘器	193
二、除尘器安装	194
第十三节 保温、防腐专业施工	194
一、锅炉保温施工	194
二、汽机本体保温施工	196
三、全厂设备、管道油漆	197
第十四节 雨季施工保证措施	197
一、基本要求	197
二、施工保证措施	198
第十五节 保证施工安装质量措施	199
一、锅炉质量管理的目标	199
二、具体质量保证措施	200
第三章 生物质发电汽轮发电机组安装	204
第一节 汽机本体安装	204
一、设备预检查	204
二、本体设备安装	205
三、发电机定子吊装就位	205

四、发电机穿转子	205
第二节 凝汽器和电动给水泵安装	205
一、凝汽器安装	205
二、电动给水泵安装	206
第三节 汽机油系统施工	206
一、油系统施工措施	206
二、油循环	206
第四节 循环水管道、中低压管道和高压管道施工	207
一、循环水管道施工	207
二、中低压管道安装	207
三、高压管道安装	208
第五节 炉前系统冲洗和主蒸汽吹管	209
一、炉前系统冲洗	209
二、主蒸汽吹管	210
第六节 化学水处理系统安装	210
一、主要设备的吊装就位	211
二、箱罐类设备安装	211
三、泵类设备检修、安装	211
四、管道及附件安装	211
第七节 重大交叉作业	212
一、专业间的交叉施工	212
二、专业内的交叉施工	212
第八节 设备的储存与维护	213
一、发电机定子、转子的储存和维护	213
二、转子就位后的盘车维护	213
三、设备零部件的存放与保管	213
四、设备部件清理后的防锈	214
五、设备试运时的监督与维护	214
第四章 生物质发电电气专业施工	215
第一节 全厂接地装置安装	215
一、施工范围	215
二、屋外接地装置施工	215
三、避雷针及构筑物的防雷接地施工	216
四、设备接地施工	216
五、接地电阻测试	216
第二节 电缆及其附属工程施工	217
一、施工范围	217

二、电缆保护管安装	217
三、电缆桥架、支架安装	217
四、电缆敷设	218
五、电力电缆终端头制作接线	219
六、电缆防火封堵施工	220
第三节 厂用电系统施工	221
一、施工范围	221
二、厂用配电装置基础的制作安装	221
三、厂用高压、低压配电装置安装	222
四、就地电气设备安装	224
五、厂用二次接线	224
六、二次回路调试	225
第四节 蓄电池及直流系统安装	225
一、蓄电池台架安装	225
二、蓄电池安装	226
三、直流屏安装	226
四、蓄电池充放电及容量检测	226
第五节 UPS 交流不停电电源装置安装调试	228
一、UPS 交流不停电电源装置安装	228
二、UPS 交流不停电电源装置调试	228
第六节 主变压器安装方案	230
一、施工准备	230
二、变压器到货后的检查与保管	230
三、变压器安装前的检查及准备	231
四、变压器器身检查	231
五、变压器附件安装	232
六、注油	234
第七节 发电机与引出线安装	235
一、发电机本体电气检查	235
二、发电机定子检查	235
三、发电机转子检查	235
四、发电机穿转子的工作配合及需具备的条件	236
五、发电机引出线安装	236
第八节 35kV 屋外配电装置安装	239
一、施工范围	239
二、施工准备	239
三、35kV 屋外配电装置安装	239

第五章 生物质发电热控专业施工安装	246
第一节 概述	246
一、仪表和控制设备	246
二、控制方式	246
三、热工自动化功能	247
四、热工电源和气源	252
第二节 施工任务和施工项目	252
一、施工任务	252
二、场地布置及机具需用计划	252
三、主要施工项目	253
第三节 重大交叉作业	282
一、基本要求	282
二、施工交叉	282
第六章 生物质发电工程焊接专业施工	283
第一节 概述	283
一、工程特点	283
二、施工范围和主要焊接工作量	283
三、焊接行政管理方式	283
四、焊接技术管理目标和措施	284
五、竣工资料的编制、整理、审核、移交	285
第二节 主要施工工艺	286
一、焊接设备配置和管理	286
二、焊接用气供应	286
三、主蒸汽及高压主给水等大中径管的焊接工艺	286
四、锅炉本体受热面管子的焊接工艺	287
五、钢结构的焊接工艺	287
六、中低压管道的焊接工艺	288
第三节 焊前预热及焊后热处理	288
一、基本要求	288
二、几点说明	289
第四节 无损探伤超标缺陷焊口的返修管理和焊接材料的管理	289
一、无损探伤超标缺陷焊口的返修管理	289
二、焊接材料管理	290
第五节 焊接质量管理	291
一、焊接质量目标	291
二、焊接质量检验	291
三、焊接质量管理措施	291

第六节 焊接安全管理	293
一、焊接安全目标	293
二、焊接作业安全文明施工及环保管理注意事项	294
三、焊接作业危险点/危险因素及其控制措施	295

第三篇 生物质发电机组运维检修

3

第一章 生物质发电机组运行	299
第一节 锅炉运行	299
一、锅炉启动前的检查准备、试验与保护	299
二、锅炉机组的启动	311
三、锅炉正常运行与调整	319
四、锅炉机组停止运行	326
五、锅炉事故处理	329
第二节 汽轮机运行	342
一、汽轮机组启动前的检查与试验	342
二、汽轮机组的启动	355
三、汽轮机组正常运行与调整	365
四、汽轮机组停止运行	369
第三节 电气运行	372
一、发变组及配电设备投运前的检查、试验	372
二、发变组启动并列	377
三、发变组及配电设备正常运行与调整	383
四、发变组解列及配电装置停运	396
第二章 生物质发电机组维护	399
第一节 锅炉及其辅助设备维护	399
一、锅炉维护	399
二、停炉后的冷却、保养	399
三、转动机械的维护	401
四、气力除灰系统	401
五、锅炉燃料给料系统	401
第二节 汽轮机维护	404
一、汽轮机运行中的定期巡回检查	404
二、给水泵的维护	404
第三节 电气维护	405
一、发电机碳刷维护	405

二、直流系统的检查维护	406
三、110kV SF ₆ 高压开关的维护	407
四、干式变压器维护	407
五、真空断路器维护	407
六、电缆的维护	408
七、蓄电池维护检查	409
第四节 辅机维护	409
一、转动机械	409
二、电动机	410
三、燃料上料系统	410
四、袋式除尘器	410
五、除灰除渣系统	412
六、螺杆式空压机	412
七、供水泵	412
八、真空滤油机系统	413
九、HPC-2 聚结分离滤油机	413
第三章 生物质发电机组检修	415
第一节 锅炉检修	415
一、锅炉本体设备检修工艺	415
二、锅炉辅机设备检修工艺	430
三、锅炉管阀设备检修工艺	444
四、锅炉燃料设备检修工艺	456
第二节 汽轮机检修	466
一、汽轮机设备检修项目工作内容	466
二、汽轮机检修项目	467
三、汽轮机检修工艺管理	470
第三节 化学设备检修	473
一、化学设备检修的基本规定	473
二、管道、法兰、弯管的检修及设备防腐	476
三、阀门的检修	480
四、离心泵与计量泵的检修	482
五、风机的检修	483
第四节 电气设备检修	484
一、汽轮发电机检修	484
二、变压器检修	494
参考文献	503