

ICS 27.100

P 60

备案号: J2869-2020

**DL**

**中华人民共和国电力行业标准**

**P**

**DL/T 5580.1-2020**

---

**燃煤耦合生物质发电**

**生物质能电量计算**

**第1部分: 农林废弃物气化耦合**

**Calculation of electrical energy output from biomass for  
co-firing biomass in coal-fired power generation**

**Part 1: Co-firing agroforestry waste syngas in  
coal-fired power generation**

2020-10-23 发布

2021-02-01 实施

---

**国家能源局 发布**

中华人民共和国电力行业标准

燃煤耦合生物质发电  
生物质能电量计算  
第 1 部分：农林废弃物气化耦合

Calculation of electrical energy output from biomass for  
co-firing biomass in coal-fired power generation  
Part 1: Co-firing agroforestry waste syngas in  
coal-fired power generation

**DL/T 5580.1-2020**

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2021年2月1日

中国计划出版社

2020 北 京

# 国家能源局 公告

2020年 第5号

国家能源局批准《水电工程生态流量实时监测系统技术规范》等502项能源行业标准(附件1)、《Series Parameters for Horizontal Hydraulic Hoist(Cylinder)》等35项能源行业标准英文版(附件2),现予以发布。

附件:1. 行业标准目录

2. 行业标准英文版目录

国家能源局

2020年10月23日

附件:

## 行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	出版机构	批准日期	实施日期
.....							
361	DL/T 5580.1- 2020	燃煤耦合生物质发电生物质能电量计算 第1部分:农林废弃物气化耦合			中国计划出版社	2020-10-23	2021-02-01
.....							

# 前 言

根据《国家能源局关于下达 2018 年能源领域行业标准制(修)订补充计划(第一批)的通知》(国能综通科技〔2018〕157 号)的要求,标准编制组认真调研、总结了已投运的燃煤耦合生物质气化发电的生物质能电量计量经验,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容有:总则,术语和符号,生物质燃气耦合能量计算,生物质能发电量计算,生物质能厂用电量计算,生物质能供电量计算等。

本标准由国家能源局负责管理,由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理,由电力规划总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计标准化管理中心(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮编:100120,邮箱:bz\_zhongxin@eppei.com)。

本标准主编单位:电力规划总院有限公司

本标准参编单位:中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

国电长源湖北生物质气化科技有限公司

湖北华电襄阳发电有限公司

华电新能源技术开发公司

本标准主要起草人员:姜士宏 李文凯 张俊春 唐 飞

胡文平 薄 煜 刘启军 匡 云

何培红	胡小金	张廷军	方 联
程永新	胡志波	刘三举	冯 冰
杨 涛	李 利	周 杰	伍焕婷
郭晓克	蒋庭军	林 磊	王忠会
华志刚	孙海峰	周虹光	李云龙
彭红文	李淑萍	付焕兴	程 慧
李 睿	宋景明	胡昌斌	吴东梅

# 目 次

1 总 则 .....	( 1 )
2 术语和符号 .....	( 2 )
2.1 术语 .....	( 2 )
2.2 符号 .....	( 3 )
3 生物质燃气耦合能量计算 .....	( 7 )
4 生物质能发电量计算 .....	( 10 )
5 生物质能厂用电量计算 .....	( 13 )
6 生物质能供电量计算 .....	( 15 )
附录 A 标准常用数据 .....	( 16 )
本标准用词说明 .....	( 17 )
附:条文说明 .....	( 19 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms and symbols .....	( 2 )
2.1	Terms .....	( 2 )
2.2	Symbols .....	( 3 )
3	Calculation of the coupled energy of co-firing biomass syngas .....	( 7 )
4	Calculation of the generated electricity from co-fired biomass .....	( 10 )
5	Calculation of the auxiliary electricity consumed by co-fired biomass .....	( 13 )
6	Calculation of the on-grid electricity from co-fired biomass .....	( 15 )
	Appendix A Data for calculation in this standard .....	( 16 )
	Explanation of wording in this standard .....	( 17 )
	Addition; Explanation of provisions .....	( 19 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范燃煤耦合农林废弃物气化发电过程中生物质能供电量的计算,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于依托纯凝或抽凝燃煤发电机组且入炉生物质热量占比不高于10%的燃煤耦合农林废弃物气化发电机组。

**1.0.3** 农林废弃物气化耦合生物质能电量计算除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 生物质 biomass

包括农林废弃物、生活垃圾以及污水处理厂、水体污泥等生物质资源,本标准中生物质特指农林废弃物。

#### 2.1.2 燃煤耦合生物质发电 co-firing biomass in coal-fired power generation

在燃煤发电机组中,增设生物质原料相关系统和设备,煤炭和生物质原料共同提供热量进行发电。

#### 2.1.3 燃煤耦合农林废弃物气化发电 co-firing agroforestry waste syngas in coal-fired power generation

农林废弃物原料经气化、热解等工艺后产生生物质燃气,再通过管道输送到燃煤锅炉与燃煤进行混燃,进而利用燃煤机组相关设备进行发电。

#### 2.1.4 生物质燃气 biomass syngas

生物质气化、热解等工艺产生的合成气,由碳氢化合物( $C_n H_m$ )、氢气( $H_2$ )、一氧化碳( $CO$ )、二氧化碳( $CO_2$ )、氮气( $N_2$ )、氧气( $O_2$ )和水蒸气( $H_2O$ )等组成。

#### 2.1.5 生物质燃气入炉热量 the heat of biomass syngas

生物质燃气具有的低位发热量与显热(从依托煤电机组锅炉入口温度降至环境温度放出的热量)的和。

#### 2.1.6 生物质燃气耦合能量 the coupled energy of co-firing biomass syngas

包括生物质燃气入炉热量、生物质燃气与依托煤电机组介质的折算换热量等。

**2.1.7 生物质燃气标准状态体积流量** volume flow of biomass syngas in standard status

生物质燃气在运行工况下的体积流量,折算到标准状态下的体积流量。

**2.1.8 生物质能发电量** the generated electricity from co-fired biomass

统计周期内,燃煤耦合生物质发电工艺中折算的归属生物质能的发电量。

**2.1.9 生物质能供电量** the on-grid electricity from co-fired biomass

统计周期内,燃煤耦合生物质发电工艺中折算的归属生物质能的供电量。

**2.1.10 生物质气化岛** biomass gasification island

燃煤耦合生物质发电厂中生物质储存与预处理、生物质气化、生物质燃气冷却、除尘和输送等过程涉及的工艺系统及设备。

**2.1.11 焓质系数** exergic coefficient

工质理论做功能力相对于锅炉过热器出口过热蒸汽理论做功能力之比。

**2.1.12 标准状态** standard status

温度为 0℃、压力为 101325Pa 时的状态。

**2.1.13 供热负荷折算发电系数** converted factor of heating load to electricity power generating load

供热负荷所用蒸汽用于发电时所发电功率与供热功率的比值。

## 2.2 符 号

$A_e$ ——介质的焓质系数;

$A_{e,i}$ ——依托煤电机组吸热介质  $i$  的焓质系数;

$A_{e,j}$ ——依托煤电机组放热介质  $j$  的焓质系数;

- $B_{fd}^Z$ ——依托煤电机组实时折算纯凝工况下的发电标准煤耗率；
- $B_{fd}^0$ ——依托煤电机组纯凝工况下额定负荷发电标准煤耗率；
- $C_{t,j}$ ——燃气中各组分  $j$  的定压体积比热容；
- $dt$ ——时间微分；
- $D_s$ ——生物质燃气标准状态下的体积流量；
- $E_{bfd}$ ——生物质能发电量；
- $E_{bcy}$ ——生物质能厂用电量；
- $E_{bgd}$ ——生物质能供电量；
- $F$ ——依托煤电机组动态负荷系数；
- $h_0$ ——依托煤电机组额定背压工况排汽比焓；
- $h_1$ ——依托煤电机组进入换热器的抽汽比焓；或进入换热器的凝结水/给水所排挤抽汽的比焓，当排挤多级抽汽时，采用对应抽汽比焓的质量加权平均值；
- $h_{st}$ ——锅炉出口过热蒸汽比焓；
- $h_{cq,i}$ ——第  $i$  种供热方式的抽汽比焓；
- $h_{hs,i}$ ——第  $i$  种供热方式的热网回水比焓或热力系统补水比焓；
- $Q_{ah,i}$ ——依托煤电机组的换热介质为空气或热风时，吸热介质  $i$  的吸热量；
- $Q_{ah,j}$ ——依托煤电机组的换热介质为空气或热风时，放热介质  $j$  的放热量；
- $Q_d$ ——生物质燃气低位发热量；
- $Q_{gr,i}$ ——第  $i$  种供热方式的供热负荷；
- $Q_T$ ——生物质燃气耦合能量；
- $Q_s$ ——生物质燃气入炉显热；
- $Q_{wh,i}$ ——依托煤电机组的换热介质为水或蒸汽时，吸热介质  $i$  的吸热量；
- $Q_{wh,j}$ ——依托煤电机组的换热介质为水或蒸汽时，放热介质  $j$  的放热量；

- $q_{ds}^0$ ——每标准立方米生物质燃气中可燃组分( $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$  等)完全燃烧提供的低位热值;
- $q_{d,j}$ ——生物质燃气中组分  $j$  的低位热值;
- $q_{xr}$ ——每标准立方米生物质燃气显热;
- $s_{st}$ ——锅炉出口过热蒸汽比熵;
- $s_1$ ——依托煤电机组进入换热器的抽汽比熵;或进入换热器的凝结水/给水所排挤抽汽的比熵,当排挤多级抽汽时,采用对应抽汽比熵的质量加权平均值;
- $s_0$ ——依托煤电机组额定背压工况排汽比熵;
- $t$ ——生物质燃气进入燃煤锅炉前的入口温度;
- $t_0$ ——当地全年平均环境温度;
- $W_{bfd}$ ——生物质能实时发电功率;
- $W_{bgd}$ ——生物质能实时供电功率;
- $W_{bcyl}$ ——生物质气化岛实时厂用电功率;
- $W_{bcy2}$ ——按生物质燃气耦合能量分摊的依托煤电机组除输煤及燃料制备系统和供热系统外的实时厂用电功率;
- $W_{ccy}$ ——依托煤电机组实时厂用电功率;
- $W_{fd}$ ——依托煤电机组实时发电功率;
- $W_{fd}^0$ ——依托煤电机组额定发电功率;
- $W_{fd}^Z$ ——依托煤电机组折算发电功率;
- $W_{gd}$ ——依托煤电机组实时供电功率;
- $X_j$ ——燃气中各组分  $j$  的体积分数;
- $\alpha_{cy}^{rl}$ ——生物质气化岛未投运时,依托煤电机组额定工况下输煤及燃料制备系统厂用电功率占依托煤电机组额定工况厂用电功率的比值;
- $\alpha_{cy}^{gr}$ ——生物质气化岛未投运时,依托煤电机组额定工况下供热系统厂用电功率占依托煤电机组额定工况厂用电功率的比值;
- $\varphi_F$ ——依托煤电机组相应负荷下的动态负荷修正系数;

$\varphi_{gr,i}$ ——第  $i$  种供热方式的供热负荷折算发电系数；

$\eta_b$ ——依托煤电机组的锅炉效率；

$\Delta h_{zr}$ ——再热蒸汽焓升。

### 3 生物质燃气耦合能量计算

3.0.1 进入依托煤电机组的生物质燃气耦合能量应包括生物质燃气进入燃煤锅炉的低位发热量和显热、依托煤电机组工质和空气来自生物质燃气的折算吸热量,并扣除依托煤电机组工质和/或热风对生物质气化系统的折算放热量,可按下式计算:

$$Q_T = Q_d + Q_s + \sum Q_{ah,i} - \sum Q_{ah,j} + \sum A_{e,i} \times \frac{Q_{wh,i}}{\eta_b} - \sum A_{e,j} \times \frac{Q_{wh,j}}{\eta_b} \quad (3.0.1)$$

式中: $Q_T$ ——生物质燃气耦合能量(GJ/s);

$Q_d$ ——生物质燃气低位发热量(GJ/s);

$Q_s$ ——生物质燃气入炉显热(GJ/s);

$Q_{ah,i}$ ——依托煤电机组的换热介质为空气或热风时,吸热介质  $i$  的吸热量(GJ/s);

$Q_{ah,j}$ ——依托煤电机组的换热介质为空气或热风时,放热介质  $j$  的放热量(GJ/s);

$\eta_b$ ——依托煤电机组的锅炉效率;

$A_{e,i}$ ——依托煤电机组吸热介质  $i$  的焓质系数;

$Q_{wh,i}$ ——依托煤电机组的换热介质为水或蒸汽时,吸热介质  $i$  的吸热量(GJ/s);

$A_{e,j}$ ——依托煤电机组放热介质  $j$  的焓质系数;

$Q_{wh,j}$ ——依托煤电机组的换热介质为水或蒸汽时,放热介质  $j$  的放热量(GJ/s)。

3.0.2 依托煤电机组的换热介质为水或蒸汽时,焓质系数可由有资质的设计单位或检测机构按下式计算取值,且当相关系统发

生较大变更时,应由有资质的设计单位或检测机构重新计算取值。

$$A_e = \frac{h_1 - h_0 - (t_0 + 273.15)(s_1 - s_0)}{h_{st} - h_0 - (t_0 + 273.15)(s_{st} - s_0)} \quad (3.0.2)$$

式中: $A_e$ ——介质的焓质系数;

$h_{st}$ ——锅炉出口过热蒸汽比焓(kJ/kg);

$h_1$ ——依托煤电机组进入换热器的抽汽比焓;或进入换热器的凝结水/给水所排挤抽汽的比焓,当排挤多级抽汽时,采用对应抽汽比焓的质量加权平均值(kJ/kg);

$h_0$ ——依托煤电机组额定背压工况排汽比焓(kJ/kg);

$s_{st}$ ——锅炉出口过热蒸汽比熵[kJ/(kg·°C)];

$s_1$ ——依托煤电机组进入换热器的抽汽比熵;或进入换热器的凝结水/给水所排挤抽汽的比熵,当排挤多级抽汽时,采用对应抽汽比熵的质量加权平均值[kJ/(kg·°C)];

$s_0$ ——依托煤电机组额定背压工况排汽比熵[kJ/(kg·°C)];

$t_0$ ——当地全年平均环境温度(°C)。

**3.0.3** 生物质燃气低位发热量为每标准立方米生物质燃气低位热值与生物质燃气流量的乘积,可按下式计算:

$$Q_d = q_{ds}^0 \times D_s \times 10^{-6} \quad (3.0.3)$$

式中: $q_{ds}^0$ ——每标准立方米生物质燃气中可燃组分( $CH_4$ 、 $H_2$ 、 $CO$ 、 $C_2H_2$ 和 $C_2H_4$ 等)完全燃烧提供的低位热值(kJ/m<sup>3</sup>);

$D_s$ ——生物质燃气标准状态下的体积流量(m<sup>3</sup>/s)。

**3.0.4** 每标准立方米生物质燃气低位热值可按下式计算:

$$q_{ds}^0 = \sum q_{d,j} \times X_j \quad (3.0.4)$$

式中: $q_{d,j}$ ——生物质燃气中 $CH_4$ 、 $H_2$ 、 $CO$ 、 $C_2H_2$ 和 $C_2H_4$ 等某一项可燃组分 $j$ 的低位热值(kJ/m<sup>3</sup>);可按本标准附录A表A.0.1选取;

$X_j$ ——生物质燃气中 $CH_4$ 、 $H_2$ 、 $CO$ 、 $C_2H_2$ 和 $C_2H_4$ 等某一项

可燃组分  $j$  的体积分数。

**3.0.5** 生物质燃气入炉显热可按下式计算：

$$Q_s = q_{xr} \times D_s \times 10^{-6} \quad (3.0.5)$$

式中： $q_{xr}$ ——每标准立方米生物质燃气显热(kJ/m<sup>3</sup>)。

**3.0.6** 每标准立方米生物质燃气显热可按下式计算：

$$q_{xr} = \sum X_j \times C_{t,j} \times (t - t_0) \quad (3.0.6)$$

式中： $t$ ——生物质燃气进入燃煤锅炉前的入口温度(°C)；

$C_{t,j}$ ——燃气中各组分  $j$  的定压体积比热容[kJ/(m<sup>3</sup>·°C)]；本标准附录 A 表 A.0.2 给出了 0°C ~ 700°C 生物质燃气中各组分常压时的定压体积比热容，可根据气体的平均温度进行插值计算，平均温度应按  $(t_0 + t)/2$  取值。

## 4 生物质能发电量计算

4.0.1 统计周期内,生物质能发电量可按下式计算:

$$E_{\text{bfd}} = \int W_{\text{bfd}} \times dt \quad (4.0.1)$$

式中: $E_{\text{bfd}}$ ——生物质能发电量(kW·h);

$W_{\text{bfd}}$ ——生物质能实时发电功率(kW);

$dt$ ——时间微分(h)。

4.0.2 生物质能实时发电功率应为生物质燃气耦合能量与依托煤电机组实时折算纯凝工况下的发电效率乘积,可按下式计算:

$$W_{\text{bfd}} = Q_{\text{T}} \times \frac{123}{B_{\text{fd}}^{\text{Z}}} \times 10^6 \quad (4.0.2)$$

式中: $B_{\text{fd}}^{\text{Z}}$ ——依托煤电机组实时折算纯凝工况下的发电标准煤耗率[g/(kW·h)]。

4.0.3 生物质气化岛的铭牌发电功率应取为气化炉在额定工况运行、依托煤电机组在纯凝工况、额定负荷运行时的生物质能实时发电功率,可按本标准式(4.0.2)计算。

4.0.4 依托煤电机组实时纯凝发电标准煤耗率可按下式计算:

$$B_{\text{fd}}^{\text{Z}} = B_{\text{fd}}^{\text{0}} \times \varphi_{\text{F}} \quad (4.0.4)$$

式中: $B_{\text{fd}}^{\text{0}}$ ——依托煤电机组纯凝工况下额定负荷的发电标准煤耗率[g/(kW·h)];应由有资质的检测机构测试提供,并应每5年~10年更新一次;除第一次测试数据外,其余测试应在机组大修后的2年~3年进行;

$\varphi_{\text{F}}$ ——依托煤电机组相应负荷下的动态负荷修正系数。

**4.0.5** 依托煤电机组动态负荷修正系数可按表 4.0.5 插值计算。100% 负荷、90% 负荷、75% 负荷、50% 负荷以及 40% 负荷等基准点的动态负荷修正系数可由有资质的检测机构测试提供或采用表 4.0.5 中经验值。如由有资质的检测机构测试提供,应每 5 年~10 年更新一次;除第一次测试数据外,其余测试应在机组大修后的 2 年~3 年进行。

**表 4.0.5 依托煤电机组相应负荷下的动态负荷修正系数**

机组动态负荷系数	动态负荷修正系数	经验值
$F = 100\%$	$\varphi_F^{100}$	$\varphi_F^{100} = 1.000$
$F = 90\%$	$\varphi_F^{90}$	$\varphi_F^{90} = 1.011$
$F = 75\%$	$\varphi_F^{75}$	$\varphi_F^{75} = 1.032$
$F = 50\%$	$\varphi_F^{50}$	$\varphi_F^{50} = 1.093$
$F = 40\%$	$\varphi_F^{40}$	$\varphi_F^{40} = 1.143$

注:  $F$  为依托煤电机组动态负荷系数。

**4.0.6** 依托煤电机组为纯凝机组时,动态负荷系数应取实时发电功率与机组额定发电功率的比值,可按下式计算:

$$F = \frac{W_{fd}}{W_{fd}^0} \quad (4.0.6)$$

式中:  $W_{fd}$ ——依托煤电机组实时发电功率(kW);

$W_{fd}^0$ ——依托煤电机组额定发电功率(kW)。

**4.0.7** 依托煤电机组为供热机组时,动态负荷系数应取折算发电功率与机组额定发电功率的比值,可按下式计算:

$$F = \frac{W_{fd}^Z}{W_{fd}^0} \quad (4.0.7)$$

式中:  $W_{fd}^Z$ ——依托煤电机组折算发电功率(kW)。

**4.0.8** 依托煤电机组为供热机组时,折算发电功率应为实时发电功率与供热负荷折算发电功率之和,可按下式计算:

$$W_{fd}^z = W_{fd} + \sum Q_{gr,i} \times \varphi_{gr,i} \quad (4.0.8)$$

式中： $Q_{gr,i}$ ——第  $i$  种供热方式的供热负荷(kW)；

$\varphi_{gr,i}$ ——第  $i$  种供热方式的供热负荷折算发电系数。

**4.0.9** 抽汽位置位于再热热段或之后，供热负荷折算发电系数  $\varphi_{gr,i}$  可按下式计算：

$$\varphi_{gr,i} = \frac{h_{cq,i} - h_0}{h_{cq,i} - h_{hs,i}} \times 0.99 \quad (4.0.9)$$

式中： $h_{cq,i}$ ——第  $i$  种供热方式的抽汽比焓(kJ/kg)；

$h_0$ ——依托煤电机组额定背压工况排汽比焓(kJ/kg)；

$h_{hs,i}$ ——第  $i$  种供热方式的热网回水比焓或热力系统补水比焓(kJ/kg)；如果有回水，取热网回水比焓；如果无回水，取热力系统补水比焓；

0.99——综合考虑汽轮机的机械损失和散热损失、发电机的机械损失和电气损失等。

**4.0.10** 抽汽位置位于再热热段之前，供热负荷折算发电系数  $\varphi_{gr,i}$  可按下式计算：

$$\varphi_{gr,i} = \frac{h_{cq,i} + \Delta h_{zr} - h_0}{h_{cq,i} - h_{hs,i}} \times 0.99 \quad (4.0.10)$$

式中： $\Delta h_{zr}$ ——再热蒸汽焓升(kJ/kg)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/538131006073006026>