

ICS  
J

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T XXXX—2021

# 电站煤粉锅炉直燃掺烧生物质技术导则

Technical guidelines of Direct burning Biomass in pulverized coal fired power plant  
boilers

(征求意见稿)

2021-XX-XX 实施

国家能源局

发布



## 目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 一般规定和要求	3
5 生物质燃料入厂堆储及检验	4
6 生物质燃料制粉及输送	6
7 生物质直燃掺烧计量	7
8 直燃掺烧生物质对锅炉主辅机的影响及控制措施	9
附录 A 典型生物质的工业分析和元素分析	12
附录 B 煤与生物质混合燃料的煤质参数的计算方法	14
附录 C 掺烧生物质对锅炉结渣沾污影响的判据	16
附录 D 掺烧生物质对粉煤灰影响的判据	18
附录 E 煤与生物质混合燃料的折算氯含量的计算方法	19

# 电站煤粉锅炉直燃掺烧生物质技术导则

## 1 范围

本文件适用于燃烧褐煤、烟煤、贫煤、无烟煤的不同容量等级现役电站煤粉锅炉直燃掺烧生物质的可行性研究、技术改造、试验研究、掺烧运行等。

本文件规定了电站煤粉锅炉直燃掺烧生物质时的一般规定和要求、生物质燃料入厂堆储及检验、生物质燃料制粉及输送、生物质直燃掺烧计量、直燃掺烧生物质对锅炉主辅机的影响及控制措施。

## 2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

NY/T 1878-2010	生物质固体成型燃料技术条件
GB/T 34805-2017	农业废弃物综合利用通用要求
GB/T 28730-2012	固体生物质燃料样品制备方法
GB/T 28731-2012	固体生物质燃料工业分析方法
GB/T 28732-2012	固体生物质燃料全硫测定方法

GB/T 28733-2012	固体生物质燃料全水分测定方法
GB/T 30725-2014	固体生物质燃料灰成分测定方法
GB/T 30726-2014	固体生物质燃料灰熔融性的测定方法
GB/T 30727-2014	固体生物质燃料发热量测定方法
GB/T 30728-2014	固体生物质燃料中氮的测定方法
GB/T 30729-2014	固体生物质燃料中氯的测定方法
GB/T211-2017	煤中全水分的测定方法
GB/T212-2008	煤的工业分析方法
GB/T213-2008	煤的发热量测定方法
DL/T568-2013	燃料元素的快速分析方法
GB/T214-2007	煤中全硫的测定方法
GB/T219-2008	煤灰熔融性的测定方法
GB/T1574-2007	煤灰成分分析方法
DL/T1037-2016	煤灰成分分析方法
GB/T3558-2014	煤中氯的测定方法
GB/T4633-2014	煤中氟的测定方法
DL/T 1106	煤粉燃烧结渣性能和燃烬率一维火焰炉测试方法
DL/T467	电站磨煤机及制粉系统性能试验
GB10184	电站锅炉性能试验规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 生物质 **Biomass**

农林业生产过程中除粮食、果实以外的秸秆、树木等木质纤维素（简称木质素）、农产品加工业下脚料、农林废弃物等物质。

#### 3.2 生物质散料 **Bulk biomass**

农林废弃物的原料，如农作物秸秆、林业废弃物、木屑等，经过加工处理后形成的松散物料。

#### 3.3 生物质成型燃料 **Briquette biomass**

利用农林废弃物为原材料，经过粉碎、混合、挤压、烘干等工艺，制成各种成型（如块状、棒状、颗粒状等）的燃料。

#### 3.4 生物质直燃掺烧 **Biomass direct mixed combustion**

将生物质直接破碎制粉后作为燃料掺入煤粉或其他燃料中共同燃烧。

#### 3.5 生物质掺烧比例 **Biomass mixed combustion ratio**

投入炉膛的生物质占总燃料量的比例，包括以热量占比计量方式和质量占比计量方式。

### 3.6 锤磨机 Hammer mill

锤磨机是利用高速转动的硬质高韧性合金锤片对物料进行捶打、粉碎的设备。

### 3.7 气固比 Solid-gas ratio

气力输送过程中，输送气体与固体物料（如颗粒、粉料等）的质量比。

### 3.8 风煤比 Air-fuel ratio

进入磨煤机的冷风和热风与煤（或生物质燃料）的比值。

### 3.9 $^{13}\text{C}$

碳元素的稳定同位素之一，其原子核内含有 6 个质子和 7 个中子。

### 3.10 $^{14}\text{C}$

碳元素的一种放射性的同位素，原子核有 6 个质子和 8 个中子组成，半衰期为  $5730 \pm 40$  年。

### 3.11 加速质谱法 (AMS)

加速质谱法是将加速器技术同质谱技术相结合，直接测定样品中环境水平或者低于环境水平的长寿命放射性同位素的比值，AMS 极大地提高了测量灵敏度（同位素丰度比值可达  $10^{-15}$ ，探测限度可达  $10^5$  个原子），是测定自然界长寿命、微含量的宇宙射线成因核素的最佳方法。

### 3.12 液体闪烁计数法 (LSC)

液体闪烁计数是测量样品中  $^{14}\text{C}$  衰变释放的  $\beta$  粒子。

### 3.13 气体正比计数法 Gas-Flow Proportional Counter

气体正比计数法是测量样品中  $^{14}\text{C}$  衰变释放的  $\beta$  粒子。与 LSC 不同的是，气体样（ $\text{CO}_2$  等）可以直接进入气体正比计数器中测试。

### 3.14 等速采样 isokinetic sampling

颗粒物采样过程中保持采样流速和烟气流速相等的采样方法。当采样速度大于或小于采样点的烟气速度都将使采样结果产生偏差，只有当采样流速等于采样点烟气流速时，样品浓度才与实际浓度相等。

### 3.15 碱金属 Alkali metals

元素周期表中 IA 族的金属元素，包括锂 (Li)、钠 (Na)、钾 (K)、铷 (Rb)、铯 (Cs) 和钫 (Fr)。这些元素具有一些共同的物理和化学性质。

### 3.16 结渣 Slagging

辐射换热区部分或全部熔融颗粒在换热器或耐火材料上形成的灰沉积行为。

### 3.17 沾污 Stain

由灰颗粒在对流换热区冷凝沉积或烧结形成。

### 3.18 气相腐蚀 Vapor phase corrosion

烟气中  $\text{H}_2\text{S}$ 、氯气或含氯化物直接与受热面金属反应，加速金属合金的氧化所引起的腐蚀，也称活性氧化腐蚀。

### 3.19 熔盐腐蚀 Molten salt corrosion

锅炉受热面管壁上结渣粘污形成的熔盐沉积物所引起的腐蚀。

### 3.20 折算氯含量 Converted chlorine content

入炉煤收到基中单位低位发热值对应含有的氯元素质量。

## 4 一般规定和要求

4.1 生物质是零碳燃料，利用燃煤电厂掺烧生物质可以提高生物质发电的效率，节约生物质资源，同时能够降低煤电机组的碳排放量。应结合生物质资源分布、生物质燃料特性和燃煤机组主辅机参数确定合适的生物质掺烧路线和掺烧比例。

4.2 适合电站煤粉锅炉直燃掺烧的生物质包括农林废弃物、污泥、固体废弃物等。

4.3 生物质散料按照标准《NY/T 1878-2010 生物质固体成型燃料技术条件》制成成型燃料，成型方法包括热压缩（造粒）、冷压缩（压块）、炭化成型。建议在燃煤电厂外建立分散式的成型预处理站，进行生物质散料的堆储和成型预处理。

4.4 电厂周边的生物质收集半径越小，其经济性越好，生物质散料的经济收集半径是 50km，生物质成型燃料的经济收集半径是 100 km。

4.5 生物质散料和生物质成型燃料应采取不同的掺烧技术路线，如图 1 所示。

4.6 生物质散料建议采用独立喷燃掺烧的技术路线，将散料先轧碎再锤击制粉后送入新增的生物质燃烧器。生物质散料也可与煤在磨煤机中共同制粉后送至煤粉燃烧器燃烧。

4.7 生物质成型燃料建议采用磨煤机耦合的技术路线，将生物质成型燃料独立送入磨煤机进行制粉，然后进入煤粉燃烧器中掺烧。当生物质掺烧比例较大时，应新增独立的生物质磨和生物质燃烧器。

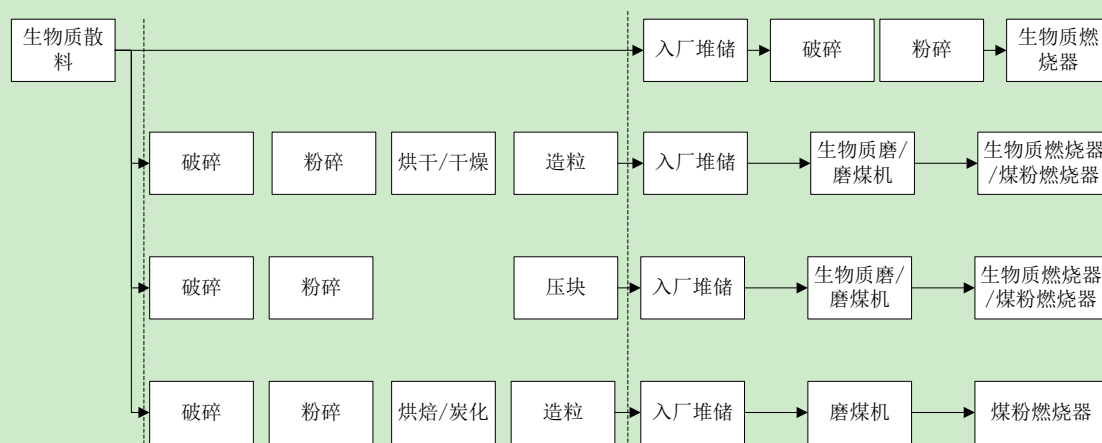


图 1 生物质直燃掺烧技术路线

4.8 生物质燃料在燃煤电厂掺烧存在容纳比例极限，应制定约束条件，包括最低入炉燃料热值、最大收到基水分等，计算生物质与煤混合燃料的燃烧特性参数和灰特性参数，然后根据生物质与煤的燃料特性、锅炉设计参数、煤场掺混条件、制粉系统出力等确定入炉燃料中生物质最大掺烧比例。

4.9 应开展生物质与煤混合燃料的制粉、燃烧、结渣沾污特性试验，评估锅炉

掺烧生物质的安全性。

4.10 应通过掺烧试验确定生物质最佳掺烧比例，并应在锅炉额定负荷或经济负荷下经过考核试验。

4.11 掺烧生物质比例小于 20%（热量占比）时，可选用秸秆类生物质和木质类生物质，可采用散料或成型燃料掺烧技术路线。当掺烧生物质比例大于 20%（热量占比）时，应选用木质类生物质，并采用成型燃料掺烧技术路线。

## 5 生物质燃料入厂堆储及检验

5.1 农林废弃物的收集、预处理和运输应符合《GB/T 34805-2017 农业废弃物综合利用通用要求》。

5.2 生物质燃料到厂一般采用陆路汽运模式。生物质燃料入厂时应通过地磅计量生物质燃料运输车实载和空载的重量，宜采用密闭一体式汽车地磅，具有监控和自动计量功能，配备防爆系统。

5.3 生物质燃料运输车辆 在称重的同时抽样测试含水量和低位发热量，在每台生物质燃料运输车上采用交叉线法取样，每台车单独取样，不得掺混。

5.4 需要在厂内建设生物质料棚作为单独堆储区域，不同种类的生物质燃料要分开堆放。料棚配置推料装载机进行辅助作业，帮助堆料成形。堆储区域易形成可燃性粉尘及气体，需安装温度报警装置、火花探测装置，在料棚顶部设置有自动喷淋系统等消防设施，预防火灾。生物质燃料堆储过程中易产生 CO、NH<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>S 等毒性气体，需安装毒性气体实时检测设备。

5.5 生物质散料一般采用堆垛的方式储存，木片、木屑等林业废弃物采用装袋或包打围、中间散装进行堆垛，秸秆等农业废弃物堆垛中间插入空心简易管子进行通风散热。

5.6 生物质成型燃料的自燃特性低于散料，可以在煤场中堆储，应设置单独的堆储区域，与煤粉保持合适的安全距离，并做好防火防爆措施。

5.7 生物质燃料堆储区域应增设视频监控系统，视频监控应涉及到生物质燃料的入厂、存放、传送、掺混和计量全过程。

5.8 堆储的生物质燃料应采取先进先出的使用原则，存储周期应不超过 7 天，避免有些原料长期堆积不使用而腐烂变质甚至自燃。

5.9 生物质燃料在入炉前应配备生物质燃料取样装置，对生物质取样进行工业分析和元素分析。生物质燃料制样参照《GB/T 28730-2012 固体生物质燃料样品制备方法》。生物质燃料和煤粉燃料的分析数据、计量数据、掺烧比例数据应按日报方式上传至电厂信息系统中，日报表格式如表 1 所示。

表 1 入炉生物质燃料化验日报表

			热值	水分	硫分	灰分	挥发分		
--	--	--	----	----	----	----	-----	--	--

入炉日期	入炉数量 (吨)	掺混比例 (%)																空干基固定碳 $F_{c,ad}$ (%)	空干基氢 $H_{,ad}$ (%)
			收到基低位热值 $Q_{net,ar}$ (MJ/Kg)	收到基低位热值 $Q_{net,ar}$ (Kcal/Kg)	干燥基高位热值 $Q_{gr,d}$ (MJ/Kg)	空干基高位热值 $Q_{gr,ad}$ (MJ/Kg)	弹筒热值 $Q_{b,ad}$ (MJ/Kg)	全水 $M_{,ar}$ (%)	空干基水 $M_{,ad}$ (%)	收到基全硫 $S_{t,ar}$ (%)	干燥基全硫 $S_{t,d}$ (%)	空干基全硫 $S_{t,ad}$ (%)	收到基灰分 $A_{,ar}$ (%)	干燥基灰分 $A_{,d}$ (%)	空干基灰分 $A_{,ad}$ (%)	收到基挥发分 $V_{,ar}$ (%)	空干基挥发分 $V_{,ad}$ (%)		

5.10 生物质燃料全水的检测应符合《GB/T 28733-2012 固体生物质燃料全水分测定方法》。

5.11 生物质燃料空气干燥基水分、收到基灰分、干燥无灰基挥发分的检测应符合《GB/T 28731-2012 固体生物质燃料工业分析方法》。

5.12 生物质燃料热值检测应符合《GB/T 30727-2014 固体生物质燃料发热量测定方法》。

5.13 生物质燃料全硫的检测应符合《GB/T 28732-2012 固体生物质燃料全硫测定方法》。

5.14 生物质燃料灰熔融特性的检测应符合《GB/T 30726-2014 固体生物质燃料灰熔融性测定方法》检测。

5.15 生物质燃料中 C、H、O、N 元素含量的检测应符合《GB/T 30728-2014 固体生物质燃料中氮的测定方法》。

5.16 生物质燃料灰成分质量含量的检测应符合《GB/T 30725-2014 固体生物质燃料灰成分测定方法》。

5.17 生物质燃料氯元素的质量含量的检测应符合《GB/T 30729-2014 固体生物质燃料中氯的测定方法》。

5.18 典型生物质的工业分析和元素分析如附录 A 所示，生物质燃料属于高挥发分、低~中等发热量、低灰分、低~高水分、特低硫分、低灰熔点燃料。

5.19 参照煤质评价标准《DL/T 1106 煤粉燃烧结渣性能和燃烬率一维火焰炉测试方法》，生物质燃料属于极易着火、极易燃尽和严重结渣燃料。

5.20 对电厂入炉煤质进行化验，然后根据附录 B 的计算方法得到煤和生物质的混合煤质参数和灰成分参数。

## 6 生物质燃料制粉及输送

6.1 对于全水分 30% 以上的生物质燃料，制粉前应通过干燥方式降低水分。

6.2 生物质燃料制粉前应采用除铁、分选装置去除燃料中夹杂的石块、铁钉等杂物。

6.3



生物质燃料以木质素、纤维素和半纤维素为主，木质素含量越高，破碎强度越大；而纤维长宽比越大，越容易粘轴；生物质整体抗压强度小、纤维较长，物料间碰撞和破碎的概率小，采用剪切力、磨削力破碎生物质最为有效。

6.4 生物质散料应采用单独的破碎设备制粉，生物质破碎设备建议采用低转速、高强度的合金钢刀片，或采用锤磨机。生物质破碎设备应选用 10mm 以下的筛网。

6.5 当散料粒径大于 100mm 时，采用先破碎后粉碎的制粉方案；当散料粒径大于 10mm 并小于 100mm 时，采用一级粉碎的制粉方案；当散料粒径小于 10mm 时，不需要新增额外的制粉设备。

6.6 生物质散料不宜单独进入磨煤机中制粉。生物质散料与煤粉混合进入磨煤机中制粉时，应控制单磨中生物质散料的质量占比不超过 10%，注意生物质掺混的均匀性，并增大分离器挡板开度或降低分离器转速，适当降低磨煤机出口温度。

6.7 生物质散料与煤粉在磨煤机中混合制粉时，磨煤机出力降低约 20%，煤粉细度  $R_{90}$  上升。当生物质给料量过大或者一次风量不足时，易造成磨煤机电流过大和制粉系统堵塞。

6.8 生物质成型燃料可以单独送入磨煤机中制粉，应保证生物质给料量不能过大，并且在较大的生物质给料量时应对磨煤机的通风量进行调整，增大分离器挡板开度或降低分离器转速。

6.9 在中速磨煤机中进行生物质成型燃料的磨制时，应控制磨煤机入口风温不超过 150℃，磨煤机出口风温不超过 70℃，风煤比 2.1-3.0。磨煤机出力降低约 30%，生物质粉细度  $R_{90}$  控制在 75%左右， $R_{200}$  控制在 50%左右。

6.10 生物质燃料成型前应破碎至合理范围，使之处于磨煤机有效碾磨区间，具体应通过制粉试验确定。磨煤机碾磨木屑成型颗粒的有效碾磨区间为 0.5~1.25 mm，将木屑类生物质成型前破碎至 0.5~1.25 mm 区间再成型，将会达到较好的制粉效果。

6.11 生物质成型燃料与煤粉混合进入磨煤机中制粉时，应控制单磨中生物质成型燃料的质量占比不超过 10%。当生物质掺烧比例较大时，应新增独立的锤磨机对生物质成型燃料进行制粉。

6.12 生物质燃料在磨煤机中单独制粉或与煤粉混合研磨时，应密切监视磨煤机出口 CO 浓度、磨煤机差压和磨煤机电流的运行数据，防止爆燃和堵磨。

6.13 参考《DL/T467 电站磨煤机及制粉系统性能试验》开展生物质制粉系统出力试验，确定生物质制粉系统的额定出力和最大出力。

6.14 生物质燃料破碎制粉后可汇入一次风管道，进入煤粉燃烧器掺烧。也可在一二次风喷口中间或燃尽风区域新增独立的生物质燃烧器，生物质燃料制粉后采用气力稀相输送进入生物质燃烧器。气力输送的气固比应大于 1.8:1，气力输送的温度应小于 50℃。气力输送的风源建议采用罗茨风机或离心风机，应具有较大的压头。气力输送管道内的流速应不低于 25m/s。

6.15 通过监控生物质粉管和一次粉管压力差，控制增压风机对携带生物质粉的一次风进行

增压，确保生物质粉能够顺利送入一次粉管。为避免生物质管道积粉，生物质输送管道



宜垂直向下接入水平煤粉管道。每根生物质粉管道均须设置快速关断门和气力吹扫防堵系统，系统设计时需要考虑气动快速关闭门、空气吹扫（压缩空气）等措施，防止风机跳闸后煤粉进入生物质管路。

## 7 生物质直燃掺烧计量

7.1 应配备针对生物质直燃掺烧的计量设备，并按时校验。

7.2 生物质直燃掺烧计量分为入炉前计量和入炉后计量两种方式。

7.3 入炉前计量是在生物质燃料入炉前，对送入锅炉燃烧的煤和生物质特性及质量流量进行实时监测，进而确定燃料中的生物质热量掺混比例。

7.4 采用皮带秤计量入炉生物质燃料的质量流量，宜采用阵列式皮带称重等技术提高计量的准确性，电子皮带秤的称量范围和数量应满足生物质燃料管理的需要，同时配置实物校验装置，也可用经砝码或实物进行标定校验后的称重计量设备进行测量。

7.5 生物质皮带重量计量可以在下料管上开设旁路或插板，定时放出生物质料后再称量。

7.6 电子皮带秤在运行的称量范围内，其称量的准确度等级不应低于 0.5 级，投运率应达到 100%。

7.7 电子皮带秤应每周进行一次砝码校验和每月 2~4 次的实物校验，并提出校验报告。带电子皮带秤的给料称重精度不应低于 0.5%，其他称重系统按容重法校验。

7.8 生物质输送系统连续运行时，生物质燃料掺烧量按实时测量的生物质质量流量计量，采用下式计算。

$$B_s = \frac{B_1}{t_1} \quad (1)$$

式中：

$B_s$ —入炉生物质燃料量， kg/s；

$B_1$ —单位长度的皮带上生物质总重量， kg；

$t_1$ —单位长度的皮带走过的时间， s。

7.9 入炉后计量是利用生物质和煤燃烧后产生烟气成分的差异，通过测量烟气成分的变化反推出燃料中的生物质含量，主要采用基于放射性同位素  $^{14}\text{C}$  的烟气成分测定法。

7.10 基于放射性同位素  $^{14}\text{C}$  的烟气成分测定法是利用生物质和化石燃料中  $^{14}\text{C}$  浓度之间的差异，即化石燃料经历了长达几亿年的衰变， $^{14}\text{C}$  浓度为零，生物质燃料中  $^{14}\text{C}$  含量与生物质类别有关，不同生物质与煤炭的碳 14 含量见表 2，通过测量烟气中  $^{14}\text{C}$  的浓度反算燃料中生物质量。

表 2 常见生物质与煤炭的  $^{14}\text{C}$  含量值

物质	碳 14 含量 (pMC)
木屑	116-121
树皮、塑料，木屑、造纸厂废弃物、泥煤混合物	104

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/947132033133006135>