

T/HBJNXH

湖北省节能协会团体标准

T/HBJNXH XXXX—XXXX

生活垃圾焚烧电厂能源消耗限额

Energy consumption quota for municipal solid waste incineration power plant projects

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

湖北省节能协会 发布

目 次

前 言..... II

引 言 III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 能耗、碳排放限额等级基础值 4

 4.1 能耗、碳排放限额等级基础值 4

 4.2 能耗影响因素修正系数 5

 4.3 能耗、碳排放限额等级指标要求 7

5 能耗、碳排放统计范围 8

 5.1 能耗统计范围 8

 5.2 碳排放统计范围 8

6 能耗、碳排放计算方法 8

 6.1 能耗计算方法 8

 6.2 碳排放计算方法 10

7 节能降碳措施..... 14

 7.1 节能降碳管理措施 14

 7.2 节能降碳技术措施 14

附 录 A （资料性） 常用能源和耗能工质折标准煤系数 15

附 录 B （资料性） 生活垃圾焚烧电厂项目碳排放计算参数 19

参 考 文 献..... 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉市发展改革促进中心提出。

本文件由湖北省节能协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

生活垃圾焚烧发电是生活垃圾减量化、资源化、无害化处理的重要方式，也是能源生产和碳减排的重要领域。随着各地生活垃圾焚烧处理能力的快速提升，该行业对区域能源消费总量和强度核算的影响日益凸显。目前，国家及省市相关政策法规对加强节能标准化工作、完善碳排放控制体系提出了明确要求，但针对生活垃圾焚烧发电厂的专项能耗限额标准尚属空白。现有统计与核算方法未能充分反映入炉垃圾热值波动、地域气候差异等实际情况，可能导致能耗数据偏差，影响区域能耗“双控”考核的科学性与公平性。因此，制定科学、合理、符合区域特点的《生活垃圾焚烧电厂项目能源消耗限额》标准，对于准确核算行业能耗、引导企业深挖节能降碳潜力、支撑政府精细化监管、促进行业绿色低碳高质量发展，具有重要的现实意义和紧迫性。

目前，国家层面暂无生活垃圾焚烧发电项目的专项能耗限额标准，《单位产品能源消耗限额编制通则》（GB/T 12723）提供了通用编制原则。部分省市如北京、广东、河北已出台相关地方标准，浙江省出台了团体标准。这些标准为能耗计算与限额设定提供了有益参考，但其指标设定主要基于当地垃圾特性、气候条件及技术发展水平。湖北省在垃圾组分、年均热值、气候条件、产业技术应用现状等方面与上述地区存在差异，直接套用可能影响标准的适用性和指导效果。本文件在遵循国家标准通则的基础上，充分借鉴已有地方和团体标准的经验，紧密结合省内生活垃圾特性、气候特征及焚烧发电技术发展现状，科学设定适用于本省的能耗限额等级、统计计算方法及关键影响因素（如入炉垃圾热值、主蒸汽参数、当地气温等）修正体系，并创新性地将碳排放核算与限额要求纳入标准，旨在推动生活垃圾焚烧发电行业节能降碳，规范项目能源消耗和碳排放管理，提升行业能效水平与绿色低碳发展能力，形成与国家及行业标准协调配套、与兄弟省份标准互补、更贴合湖北省情的专项技术规范。

生活垃圾焚烧电厂能源消耗限额

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧电厂能源消耗（以下简称能耗）与碳排放限额等级基础值、能耗影响因素修正系数、能耗与碳排放的统计范围、计算方法及节能降碳措施。

本文件适用于新建、改扩建垃圾焚烧电厂综合能耗、碳排放总量的计算和能效的对标管理，不适用于协同处置生活垃圾设施。既有垃圾焚烧电厂的节能改造与能效提升工作可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 烃类燃料热值的测定 氧弹量热计法
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- GB/T 12497 三相异步电动机经济运行
- GB/T 13462 电力变压器经济运行
- GB/T 13466 交流电气传动风机（泵类、空气压缩机）系统经济运行通则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 22723 天然气 能量的测定
- GB/T 23331 能源管理体系要求及使用指南
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 36714 用能单位能效对标指南
- GB/T 51452 生活垃圾焚烧处理与能源利用工程技术标准
- CJ/T 313 生活垃圾采样和分析方法
- CJJ 128 生活垃圾焚烧厂运行维护与安全技术标准
- CJJ 231 生活垃圾焚烧厂检修规程（部分有效）
- DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生活垃圾焚烧发电系统 incineration system

为完成对垃圾的焚烧处理而配置的储存、焚烧、热交换、烟气净化、排渣出渣、飞灰收集输送、控制、渗滤液处理等全部系统的总称，包括垃圾接收和储运系统、垃圾焚烧系统、余热利用系统、烟气净化系统和灰渣处理系统等主生产系统，以及辅助子系统及渗滤液处理系统等附属生产系统。

3.2

入厂垃圾 factory waste

清运车辆在进入厂区后，经地磅称量时的垃圾为入厂垃圾。

3.3

入炉垃圾 incinerated waste

入炉焚烧的垃圾。可采用垃圾抓斗上的电子称重计称量的入炉垃圾量。

3.4

统计报告期 statistical reporting period

从垃圾焚烧发电厂开始统计能量平衡至截止的时间段。统计报告期原则上为1年。

3.5

综合能耗 comprehensive energy consumption

统计报告期内，从生活垃圾入厂至处理焚烧后的正常运营生产过程中实际消耗的各种能源实物量的总和减去外供的能源。

注：计算综合能源消费量时，需要将各种能源品种的消费量换算成按照标准计量单位（如：吨标准煤）计量的消费量。

3.6

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）与三氟化氮（NF₃）[来源：GB/T 32150，3.1]。如无特别说明，本标准涉及的温室气体为二氧化碳，其他温室气体种类暂不纳入。

3.7

活动水平数据 activity level data

量化导致温室气体排放或清除的生产或消费活动的的数据，例如生活垃圾焚烧处理量、辅助化石燃料添加量、外购的电量和蒸汽量、外供的电量和蒸汽量等。

3.8

排放因子 emission factor

与活动水平数据相对应的系数，用于量化单位活动水平的温室气体平均排放量。排放因子通常基于抽样测量或统计分析获得，表示在给定操作条件下某一活动水平的代表性平均排放率。本标准的排放因子包括生活垃圾单组分排放因子和综合组分排放因子，由生活垃圾成分、湿度、碳元素含量等参数计算获得。

3.9

直接排放 direct emission

由生活垃圾焚烧企业(单位)直接拥有或控制的生活垃圾焚烧企业排放源(包括过程或设备)产生的温室气体排放。本标准指生活垃圾中矿物碳成分焚烧，以及添加化石燃料助燃物燃烧导致的二氧化碳排放。

3.10

净购入电力和热力隐含的 CO₂ 排放 embodied CO₂ emission from net electricity and heating power purchase

生活垃圾焚烧企业(单位)消费的外购电力和外购热力(蒸汽、热水)所对应的隐含在电力或热力生产环节产生的二氧化碳排放，减去生活垃圾焚烧对外供电和对外供热所产生的二氧化碳排放。

3.11

排放设施 emission infrastructure

生活垃圾焚烧企业(单位)排放温室气体的设施，例如焚烧设施，尾气净化设施等。

3.12

单位垃圾处理综合能耗 energy consumption for unit waste treatment capacity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际消耗的各种能源实物量的总和（计及炉垃圾自身含有的能源量）扣除输出的能耗得到的综合能耗与入厂垃圾总量的比值。

3.13

发电能耗 energy consumption for supplying electricity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际消耗的各种能源实物量的总和（计及入炉垃圾自身含有的能源量）与垃圾焚烧发电厂发电量的比值。

3.14

供电能耗 energy consumption for supplying electricity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际消耗的各种能源实物量的总和（计及入炉垃圾自身含有的能源量）与垃圾焚烧发电厂侧供电量的比值。

3.15

供热能耗 energy consumption for supplying heat

统计报告期内，正常运营生产过程中实际消耗的各种能源实物量的总和（计及入炉垃圾自身含有的能源量）与垃圾焚烧发电厂侧供热量的比值。

注：对于热电联产的生活垃圾焚烧电厂，若不单独计算供热能耗，可将供热量以热力的折标准煤系数转化为电能后计算总供电量，从而计算供电能耗。

3.16

机组热负荷率 unit heat load rate

统计报告期内，正常运营生产过程中余热锅炉的实际蒸发量与额定蒸发量的比值。

3.17

单位垃圾处理碳排放 carbon emission for unit waste treatment capacity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际产生的碳排放的总和（计及入炉垃圾燃烧自身化石碳部分产生的碳排放）与入厂垃圾总量的比值。

3.18

发电碳排放 carbon emissions from power generation

统计报告期内，正常运营生产过程中实际产生的碳排放量的总和（计及入炉垃圾燃烧自身化石碳部分产生的碳排放）与垃圾焚烧发电厂发电量的比值。

3.19

供电碳排放 carbon emission for supplying electricity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际产生的碳排放量的总和（计及入炉垃圾燃烧自身化石碳部分产生的碳排放）与垃圾焚烧发电厂对外供电量的比值。

3.20

供热碳排放 carbon emission for supplying electricity

统计报告期内，正常运营生产过程中实际产生的碳排放量的总和与垃圾焚烧发电厂侧供热量的比值。

4 能耗、碳排放限额等级基础值

4.1 能耗、碳排放限额等级基础值

生活垃圾焚烧电厂按照垃圾日处理能力划分为特大型、I类、II类、III类。

根据表1、表2的能耗、碳排放限额指标基础值划分生活垃圾焚烧电厂的能耗、碳排放限额等级，其中I级能耗最低。

表1 单位垃圾处理综合能耗、碳排放限额等级基础值

类别	处理能力 D t/d	1级基础值		2级基础值		3级基础值	
		单位垃圾处理综合能耗 kgce/t	单位垃圾处理碳排放 kgCO ₂ /t	单位垃圾处理综合能耗 kgce/t	单位垃圾处理碳排放 kgCO ₂ /t	单位垃圾处理综合能耗 kgce/t	单位垃圾处理碳排放 kgCO ₂ /t
特大型	D≥2000	≤107.008	≤0.223	≤140.523	≤0.275	≤182.869	≤0.319
I类	1200≤D<2000	≤143.834	≤0.265	≤176.715	≤0.295	≤204.343	≤0.337
II类	600≤D<1200	≤186.428	≤0.281	≤201.942	≤0.301	≤212.771	≤0.362
III类	150≤D<600	≤202.849	≤0.313	≤207.197	≤0.315	≤215.706	≤0.377

表2 供电能耗、碳排放限额等级基础值

类别	处理能力 D t/d	1级基础值		2级基础值		3级基础值	
		供电能耗 kgce/(kW·h)	供电碳排放 kgCO ₂ /(kW·h)	供电能耗 kgce/(kW·h)	供电碳排放 kgCO ₂ /(kW·h)	供电能耗 kgce/(kW·h)	供电碳排放 kgCO ₂ /(kW·h)

特大类	$D \geq 2000$	≤ 0.614	≤ 0.701	≤ 0.670	≤ 0.735	≤ 0.720	≤ 0.808
I类	$1200 \leq D < 2000$	≤ 0.690	≤ 0.723	≤ 0.710	≤ 0.835	≤ 0.793	≤ 0.953
II类	$600 \leq D < 1200$	≤ 0.712	≤ 0.870	≤ 0.773	≤ 0.912	≤ 0.858	≤ 0.957
III类	$150 \leq D < 600$	≤ 0.720	≤ 0.922	≤ 0.788	≤ 0.968	≤ 0.945	≤ 0.978

表3 单位垃圾处理供电量

类别	处理能力 D t/d	单位垃圾处理供电量 (kW·h/t)		
		1级基础值	2级基础值	3级基础值
特大类	$D \geq 2000$	≥ 471.814	≥ 372.061	≥ 302.594
I类	$1200 \leq D < 2000$	≥ 466.210	≥ 368.610	≥ 291.372
II类	$600 \leq D < 1200$	≥ 389.576	≥ 330.042	≥ 273.482
III类	$150 \leq D < 600$	≥ 341.834	≥ 326.525	≥ 229.017

4.2 能耗影响因素修正系数

4.2.1 垃圾热值修正系数

垃圾热值修正系数 η_1 按表4选取。

表4 垃圾热值修正系数 η_1

垃圾热值 LHV kJ/kg	修正系数
$LHV \geq 1.3 LHV_d$	1.05
$1.1 LHV_d \leq LHV < 1.3 LHV_d$	1.03
$0.9 LHV_d \leq LHV < 1.1 LHV_d$	1.00
$LHV < 0.9 LHV_d$	1.05
注：垃圾热值LHV为垃圾收到基的低位发热值，LHV _d 为设计垃圾热值。	

4.2.2 主蒸汽参数修正系数

主蒸汽参数修正系数 η_2 按表5选取。

表5 主蒸汽参数修正系数 η_2

主蒸汽参数	修正系数
中参数	1.04
高参数	1.00
注：中参数为余热锅炉主蒸汽温度不高于400℃，且压力不高于4.90MPa，温度或压力大于中参数余热锅炉的均为高参数。	

4.2.3 当地月平均气温修正系数

当地月平均气温修正系数 η_3 按表6选取。

表6 当地月平均气温修正系数 η_3

当地平均气温 t ℃	修正系数
$10 \leq t \leq 25$	1.00
$t < 10, t > 25$	1.03
注：t为当地月平均气温（以一年为统计期，需记录不良运行环境的月份来计算年平均气温修正参数）。	

4.2.4 冷凝器冷却方式修正系数

冷凝器冷却方式修正系数按表7选取。

表7 冷凝器冷却方式修正系数 η_4

冷却方式	修正系数
循环水冷却	1.00
空气冷却：1. 间接冷却	1.05
空气冷却：2. 直接冷却	1.07

4.2.5 焚烧系统年启停次数修正系数

焚烧系统年启停次数修正系数按表8选取。

表8 焚烧系统年启停次数修正系数 η_5

焚烧系统年启停次数N 次	修正系数
$N \leq 4$	1.00
$N > 4$	$1 + 0.04 \times (N - 4)$
注：N为焚烧系统启停次数，其中焚烧系统停机12h 以上，停机到启动的过程计为启停一次。	

4.2.6 烟气脱酸方式修正系数

焚烧系统中烟气脱酸方式修正系数按表9选取。

表9 烟气脱酸方式修正系数 η_6

脱酸方式	修正系数
干法	0.98
半干法：1. 循环流化床法	1.00
半干法：2. 旋转喷雾法	1.02
湿法	1.05

4.2.7 烟气脱硝方式修正系数

焚烧系统中烟气脱硝方式修正系数按表10选取。

表10 烟气脱硝方式修正系数 η_7

脱硝方式	修正系数
非选择性催化脱硝 (SNCR)	1.00

高分子非催化还原脱硝 (PNCr)	1.02
选择性催化脱硝 (SCR)	1.05
SNCR+ PNCr	1.04
SNCR+SCR	1.07

4.2.8 机组负荷率修正系数

机组负荷率修正系数按表11选取。

表11 机组负荷率修正系数 η_8

机组热负荷率	修正系数
$\geq 90\%$	1.00
[80%~90%)	1.01
[70%~80%)	1.03
[50%~70%)	1.05
注：以[80%~90%)为例，表示 $80\% \leq \text{机组热负荷率} < 90\%$ 。	

4.2.9 焚烧炉形式修正系数

根据不同的焚烧炉型式选择修正系数，按表12选取。

表12 机组负荷率修正系数 η_9

焚烧炉型式	修正系数
机械炉排炉	1.00
循环流化床炉	1.01
链条炉	1.03

4.3 能耗、碳排放限额等级指标要求

4.3.1 生活垃圾焚烧电厂项目能耗、碳排放限额 1 级指标

生活垃圾焚烧电厂能耗、碳排放限额1级指标是以行业领先水平为取值原则，促进焚烧厂采用先进技术，使生产能耗、碳排放达到先进水平的指标。1级指标按公式（1）计算。

$$1\text{级指标}=1\text{级基础值}\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8\times\eta_9\cdots\cdots\cdots (1)$$

4.3.2 新建、改扩建垃圾焚烧电厂能耗、碳排放限额 2 级指标

生活垃圾焚烧电厂能耗、碳排放限额2级指标是评价新、改扩建垃圾焚烧发电厂生产能耗、碳排放的最低要求。新建、改建或扩建焚烧厂的能耗、碳排放指标应不高于规定的能耗、碳排放限额2级指标。2级指标按公式（2）计算。

$$2\text{级指标}=2\text{级基础值}\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8\times\eta_9\cdots\cdots\cdots (2)$$

4.3.3 现有垃圾焚烧电厂能耗、碳排放限额 3 级指标

生活垃圾焚烧电厂能耗、碳排放限额3级指标是评价现有垃圾焚烧发电厂生产能耗、碳排放的最低要求。现有焚烧厂的能耗、碳排放指标应不高于规定的能耗、碳排放限额3级指标。3级指标按公式（3）计算。

$$3\text{级指标}=3\text{级基础值}\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8\times\eta_9\cdots\cdots\cdots (3)$$

5 能耗、碳排放统计范围

5.1 能耗统计范围

5.1.1 统计报告期内生活垃圾焚烧发电厂焚烧系统全部的生产综合能耗，指用于生产活动中的各类能源，包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统用能，不包括生活、基建、技术改造项目等非生产系统用能。

5.1.2 现有焚烧厂按 1 个自然年度确定统计报告期，新建、改建、扩建焚烧厂应以投产运营后的能耗考核值为准。

5.2 碳排放统计范围

生活垃圾焚烧厂报告的固定设施碳排放排放源，包括直接排放源（如生活垃圾中矿物碳成分焚烧、助燃化石燃料燃烧）和间接排放源（如外购电力、热力消费）。生活垃圾焚烧由生物质成因导致的CO₂排放不计入排放总量。

6 能耗、碳排放计算方法

6.1 能耗计算方法

6.1.1 方法选择

统计报告期内的综合能耗、单位处理综合能耗、发电能耗、供电能耗和供热能耗应按照GB/T 2589、GB/T 12723和DL/T 904的规定计算。

6.1.2 综合能耗的计算

综合能耗按公式（4）计算：

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w - Q_r \times k_q - P_s \times k_p \dots \dots \dots (4)$$

式中：

E——统计报告期内综合能耗，tce；

E_i ——生产活动中实际消耗的第*i*种能源量(含耗能工质消耗的能源量)，如外购电力、煤炭、油品、天然气、水等；

n——消耗的能源种类数；

k_i ——第*i*种能源的折标准煤系数；

E_w ——入炉垃圾量，t；

k_w ——入炉垃圾按低位热值计算的折标准煤系数；

P_s ——统计报告期内总供电量，kW·h；

k_p ——电力的折标准煤系数。

6.1.3 单位垃圾处理综合能耗的计算

单位垃圾处理综合能耗按公式（5）计算：

$$e = \frac{E}{W} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

e ——统计报告期内单位垃圾处理综合能耗，kgce/t；

W ——统计报告期内进厂垃圾量，t。

6.1.4 发电能耗的计算

发电能耗按公式（6）计算：

$$e_g = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w - Q_r \times k_q}{P_g} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

e_g ——统计报告期内发电能耗，kgce/(kW·h)；

E_i ——生产活动中实际消耗的第*i*种能源量(含耗能工质消耗的能源量)，如：外购电力（不含自发自用电量）、煤炭、油品、天然气、水等；

n ——消耗的能源种类数；

k_i ——第*i*种能源的折标准煤系数；

E_w ——入炉垃圾量，t；

k_w ——入炉垃圾按低位热值计算的折标准煤系数；

P_g ——统计报告期内发电量，kW·h；

Q_r ——统计报告期内供热量，GJ；

k_q ——供热蒸汽的折标准煤系数。

6.1.2 供电能耗的计算

供电能耗按公式（7）计算：

$$e_s = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w - Q_r \times k_q}{P_s} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

e_s ——统计报告期内供电煤耗，kgce/(kW·h)；

P_s ——统计报告期内总供电量，kW·h。

6.1.5 供热能耗的计算

供热能耗按公式（8）计算：

$$e_r = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w - P_s \times k_p}{Q_r} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

e_r ——统计报告期内供热能耗，kgce/(GJ)；

k_p ——电力的折标准煤系数；

Q_r ——统计报告期内供热量，GJ。

6.1.6 机组热负荷率的计算

机组热负荷率按公式（9）计算：

$$\eta_8 = \frac{S \times 100\%}{S_{mcr}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

η_8 ——机组热负荷率；

S ——统计报告期内余热锅炉实际平均蒸发量，t/h；

S_{mcr} ——余热锅炉额定蒸发量，t/h。

6.2 碳排放计算方法

6.2.1 排放量汇总

6.2.1.1 生活垃圾焚烧电厂排放源主要包括直接排放和间接排放。

a) 直接排放包括：

- 1) 生活垃圾矿物碳焚烧排放。生活垃圾中矿物碳成分焚烧导致二氧化碳排放；
- 2) 化石燃料燃烧排放。助燃化石燃料在焚烧炉中与氧气燃烧产生的二氧化碳排放。

b) 间接排放包括：外购电力和热力对应的二氧化碳排放量。

6.2.1.2 生活垃圾焚烧电厂报告期的碳排放总量，等于其固定设施的矿物成因碳导致的二氧化碳直接排放加上净购入电力和热力隐含的二氧化碳间接排放之和，按公式(10)计算

$$E_{GHG} = E_{direct} + E_{net} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

E_{GHG} ——生活垃圾焚烧企业的碳排放总量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

E_{direct} ——生活垃圾焚烧过程矿物成因碳燃烧、化石燃料燃烧产生的CO₂直接排放量，数值等于 $E_t + E_n$ ，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

E_{net} ——企业净外购电力和热力消费引起的CO₂间接排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)。

6.2.2 生活垃圾矿物碳焚烧直接排放

6.2.2.1 生活垃圾矿物碳焚烧直接排放按公式(11)计算。

$$E_t = MSW \times \sum_i (WF_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_{i,t} \times OF_i) \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

E_t ——生活垃圾中矿物成因碳焚烧导致CO₂排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

MSW ——生活垃圾焚烧处理量采用入炉量数据，应根据企业(单位)台账和统计报表确定，单位为吨(t)；

t ——矿物碳，即在自然界中不能被生物降解的含碳物质，如垃圾中的塑料、橡胶等；

i ——焚烧的生活垃圾成分，按照CJ/T 313测定生活垃圾物理组成分类，包括厨余、纸张、橡塑、纺织、木竹、灰土等11类生活垃圾。其中可燃并能够释放二氧化碳的种类主要为前5种；

WF_i ——第*i*种成分生活垃圾所占比例(%)；

dm_i ——第*i*种成分生活垃圾中的干物质含量(%)；

CF_i ——第*i*种成分生活垃圾干物质中的元素碳比例(即碳含量)(%)；

$FCF_{i,t}$ ——第*i*种成分生活垃圾元素碳中的矿物碳比例(%)；

OF_i ——氧化因子(%)；

44/12——碳转换成二氧化碳的转换比例。

6.2.2.2 生活垃圾组分与湿度应按照 CJ/T 313 要求对入炉生活垃圾的定期监测和采样分析。其中最低监测和取样应覆盖厨余、纸类、塑料、纺织和木竹类等关键类别。缺乏监测和采样条件的企业(单位)，应按附录取值(附录 B 表 B.1)。

6.2.2.3 矿物碳含量应按照 HJ 658 测量，监测频率为每月测量一次，取算术平均值。缺乏监测和采样条件的企业(单位)，应使用当地生活垃圾焚烧场入炉生活垃圾矿物碳含量的推荐值(附录 B 表 B.1)。

6.2.2.4 生活垃圾焚烧碳氧化率：按 95%确定。

6.2.3 化石燃料燃烧直接排放

6.2.3.1 点火或辅助燃烧添加的化石燃料燃烧直接排放，按公式(12)计算。

$$E_n = \sum_i^n (FC_i \times NCV_{ar,i} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \dots\dots\dots (12)$$

式中：

E_n ——生活垃圾焚烧添加的助燃化石燃料燃烧产生的直接排放，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

i ——添加助燃的化石燃料成分，如煤粉、重油等；点火或辅助燃烧添加的化石燃料量根据企业(单位)能源台账或统计报表并结合购买结算凭证获取；

FC_i ——添加助燃的第*i*种化石燃料的年净消耗量，其中，固体或液体燃料单位为吨(t)；气体燃料单位为万立方米(万m³)；

$NCV_{ar,i}$ ——添加助燃的第*i*种化石燃料的平均低位热值，其中，固体或液体燃料单位为百万千焦/吨(GJ/t)；气体燃料单位为百万千焦/万立方米(GJ/万m³)；

CC_i ——添加助燃的第*i*种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦(tC/GJ)；

OF_i ——添加助燃的第*i*种化石燃料的碳氧化率(%)；可根据附录B表B.2取值。

44/12——碳转换成二氧化碳的转换比例。

6.2.3.2 化石燃料低位热值：企业(单位)对于燃料低位热值的测定应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 和 GB 17167，其中对煤炭应在每批次燃料入厂时或每月至少进行一次检测，以燃料入厂量或月消费量加权平均作为该燃料品种的低位发热量；对油品可在每批次燃料入厂时或每季度进行一次检测，取算术平均值作为该油品的低位发热量；对天然气等气体燃料可在每批次燃料入厂时或每半年进行一次检测，取算术平均值作为低位发热量。当缺乏监测和分析条件时按附录 B 表 B.2 推荐值确定。

6.2.3.3 单位热值含碳量：单位热值含碳量按照附录 B 表 B.2 按品种取缺省值。

6.2.4 外购电力和热力隐含的间接碳排放

6.2.4.1 外购电力和热力隐含的 CO₂ 排放量按公式(13)计算。

$$E_{net} = E_d + E_r \dots \dots \dots (13)$$

式中：

E_d ——外购电力消耗对应的生产活动引起的CO₂排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；

E_r ——外购热力消耗对应的生产活动引起的CO₂排放量，单位为吨二氧化碳(tCO₂)。

6.2.4.2 生活垃圾焚烧厂外购电力消耗隐含的二氧化碳排放，按公式(14)计算。

$$E_d = AD_d \times EF_d \dots \dots \dots (14)$$

式中：

E_d ——外购电力消耗对应的生产活动产生的CO₂排放，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；电力消费量应通过查电表和热计量表、核算电力供应部门结算凭证获取。

AD_d ——外购的电力消费量，单位为兆瓦时(MWh)；

EF_d ——电力供应的CO₂排放因子，单位为吨二氧化碳/兆瓦时(tCO₂/MWh)。应按照国标方法对相关因子进行实验检测或按照国家或地方主管部门发布的推荐缺省值确定，当缺乏实验和采样条件时，应按国家或省级地方政府最新发布的电力排放因子取值。

6.2.4.3 外购热力消耗隐含的二氧化碳排放，按公式(15)计算。

$$E_r = AD_r \times EF_r \dots \dots \dots (15)$$

式中：

E_r ——外购热力消耗对应的生产活动产生的CO₂排放，单位为吨二氧化碳(tCO₂)；热力消费量应通过查读热计量表、核算热力供应部门结算凭证获取；

AD_r ——外购的热力消费量，单位为百万千焦(GJ)；

EF_r ——热力供应的CO₂排放因子，单位为吨二氧化碳/百万千焦(tCO₂/GJ)。热力供应排放因子热力供应排放因子暂按热力排放因子0.11tCO₂/GJ计算（来源：GB/T 32150-2025），若相关政府主管部门发布官方数据后保持排放因子数据更新。

6.2.5 单位垃圾处理碳排放

单位垃圾处理碳排放按公式（16）计算：

$$e = \frac{E_{GHG}}{W} \dots\dots\dots (16)$$

式中，

e ——统计报告期内单位垃圾处理碳排放强度，kgCO₂/t；

W ——统计报告期内进厂垃圾量，t。

6.2.6 发电碳排放

发电碳排放按公式（17）计算：

$$f = \frac{E_{GHG} \times (1-r)}{P_g} \dots\dots\dots (17)$$

式中，

f ——统计报告期内单位发电碳排放强度，kgCO₂/(kW·h)；

r ——供热比，用于供热热量占锅炉总产出热量的比例，即供热量除以锅炉总产出热量，这个比例规定了因“供热”产生的碳排放量，剩下的（1-供热比）则是因“发电”产生的碳排放量。

P_g ——统计报告期内总发电量，kW·h。

6.2.7 供电碳排放

供电碳排放按公式（18）计算：

$$f = \frac{E_{GHG} \times (1-r)}{P_s} \dots\dots\dots (18)$$

式中，

f ——统计报告期内单位供电碳排放强度，kgCO₂/(kW·h)；

r ——供热比，用于供热热量占锅炉总产出热量的比例，即供热量除以锅炉总产出热量，这个比例规定了因“供热”产生的碳排放量，剩下的（1-供热比）则是因“发电”产生的碳排放量。

P_S ——统计报告期内总供电量，kW·h。

6.2.8 供热碳排放

供热碳排放按公式（19）计算：

$$g = \frac{E_{GHG} \times r}{Q_r} \dots\dots\dots (19)$$

式中，

g ——统计报告期内单位供热碳排放强度，kgCO₂/GJ；

W ——统计报告期内供热量，GJ。

7 节能降碳措施

7.1 节能降碳管理措施

7.1.1 做好培训与宣贯

本标准的贯彻与实施涉及能源的采购、转化、使用、检测、统计、计算和考核等方面，相关人员必须深入了解标准的内容方能正确贯彻执行，企业必须通过各种方式培训相关人员，正确贯彻实施标准。

7.1.2 完善能源计量管理

根据GB 17167的要求配备能源计量器具，同时建立能源计量管理制度和定期检定（校准）及调换相关规范，对于生产系统用电应单独设置计量管理的器具和系统收集及管理制度。

7.1.3 建立能源和碳排放管理体系

根据GB/T 23331建立能源和碳排放管理体系，实行领导分管、专职人员负责的管理体系。企业必须高度重视节能工作，逐步推广使用高效用能设备，不断完善和优化各工艺系统，提高能源利用效率。

7.1.4 做好能源消耗限额对标工作

垃圾焚烧发电厂制订的对标管理办法和建立的企业对标指标体系应符合GB/T 36714标准的规定，做好能源消耗限额对标工作从而提高企业自身能源消耗水平。

7.2 节能降碳技术措施

7.2.1 根据CJ/T 313标准定期测定垃圾成分，保证入炉垃圾热值在合理范围内波动，并准确计量垃圾进厂量和入炉量。

7.2.2 新建、改扩建的垃圾焚烧发电厂的焚烧线设备和系统的选择应符合GB/T 51452的要求，焚烧垃圾处理设施的运行维护和检修应符合CJJ 128和CJJ 231的要求。

7.2.3 辅助系统的电动机、泵、风机、厂用变压器等通用耗能设备应符合GB/T 12497、GB/T 13466和GB/T 13462的相关要求，及时淘汰落后和高耗能设备，达到经济运行的状态。

7.2.4 新建及改扩建焚烧厂所用的通用耗能设备也应达到相应耗能设备能效标准中节能评价值的要求。

附 录 A
(资料性)

常用能源和耗能工质折标准煤系数

A.1 主要能源折标准煤参考系数见表 A.1。表 A.1 参考《综合能耗计算通则》（GB/T 2589—2020）和
国家统计局文件《能源统计报表制度》（2024 年统计年报和 2025 年定期统计报表）。

表A.1 主要能源折标准煤参考系数

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
原煤	20934 kJ (5000 kcal)/kg	0.7143 kgce/kg
无烟煤	6000 kcal/kg	0.9428 kgce/kg
炼焦烟煤	6000 kcal/kg	0.9 kgce/kg
一般烟煤	(4500 ~ 5500) kcal/kg	0.7143 kgce/kg
褐煤	(2500 ~ 3500) kcal/kg	0.4286 kgce/kg
洗精煤	26377 kJ (6300 kcal)/kg	0.9 kgce/kg
其他洗煤	(2500 ~ 6000) kcal/kg	(0.4643 ~ 0.9) kgce/kg
洗中煤	8374 kJ (2000 kcal)/kg	0.2857 kgce/kg
煤制品	(3000 ~ 5000) kcal/kg	0.5286 kgce/kg
煤泥	8374 ~ 12560 kJ (2000~3000 kcal)/kg	(0.2857 ~ 0.4286) kgce/kg
煤矸石(用于燃料)	8374 kJ (2000 kcal)/kg	0.2857 kgce/kg
焦炭(干全焦)	28470 kJ (6800 kcal)/kg	0.9714 kgce/kg
其他焦化产品	7700 ~ 10500 kcal/kg	(1.1 ~ 1.5) kgce/kg
煤焦油	33494 kJ (8000 kcal)/kg	1.1429 kgce/kg
原油	41868 kJ (10000 kcal)/kg	1.4286 kgce/kg
燃料油	41868 kJ (10000 kcal)/kg	1.4286 kgce/kg
汽油	43124 kJ (10300 kcal)/kg	1.4714 kgce/kg
煤油	43124 kJ (10300 kcal)/kg	1.4714 kgce/kg
柴油	42705 kJ (10200 kcal)/kg	1.4571 kgce/kg
燃料油	10000 kcal/kg	1.4286 kgce/kg
天然气	32238~38979kJ (7700~9310 kcal)/m³	(1.1000 ~ 1.3300) kgce/m³
液化天然气	51498 kJ (12300 kcal)/kg	1.7572 kgce/kg
液化石油气	50242 kJ (12000 kcal)/kg	1.7143 kgce/kg

炼厂干气	46055 kJ (11000 kcal)/kg	1.5714 kgce/kg
石脑油	10500 kcal/kg	1.5 kgce/kg
润滑油	9900 kcal/kg	1.4143 kgce/kg
石蜡	9550 kcal/kg	1.3648 kgce/kg
溶剂油	10270 kcal/kg	1.4672 kgce/kg
石油焦	7640 kcal/kg	1.0918 kgce/kg
石油沥青	9310 kcal/kg	1.3307 kgce/kg
其他石油制品	9800 kcal/kg	1.4 kgce/kg
焦炉煤气	16747 ~ 18003 kJ(4000 ~ 4300 kcal)/m ³	(0.5714 ~ 0.6143) kgce/m ³
高炉煤气	3768 kJ (900 kcal)/kg	0.1286 kgce/m ³
转炉煤气	1900 kcal/m ³	0.2714 kgce/m ³
发生炉煤气	5234 kJ (1250 kcal)/m ³	0.1786 kgce/m ³
其他煤气	1250 kcal/ m ³	0.1786 kgce/m ³
重油催化裂解煤气	19259 kJ (4 600 kcal)/m ³	0.6571 kgce/m ³
重油热裂解煤气	35588 kJ (8 500 kcal)/m ³	1.2143 kgce/m ³
焦炭制气	16329 kJ (3 900 kcal)/m ³	0.5571 kgce/m ³
压力气化煤气	15072 kJ (3 600 kcal)/m ³	12.5143 kgce/m ³
水煤气	10467 kJ (2 500 kcal)/m ³	0.3571 kgce/m ³
粗苯	41868 kJ (10 000 kcal)/kg	1.4286 kgce/kg
城市生活垃圾(用作燃料)	1900 kcal/kg	0.2714 kgce/kg

表 A.1 主要能源折标准煤参考系数（续）

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
工业废料（用于燃料）	3000 kcal/kg	0.4285 kgce/kg
其他燃料	7000 kcal/kgce	1
蔗渣（干）	3500 kcal/kg	0.5000 kgce/kg
树皮	2700 kcal/kg	0.3857 kgce/kg
玉米棒	4600 kcal/kg	0.6571 kgce/kg
薪柴（干）	3000 kcal/kg	0.4286 kgce/kg
稻壳	3200 kcal/kg	0.4571 kgce/kg
锯末刨花	2700 kcal/kg	0.3857 kgce/kg
甲醇(用作燃料)	19913 kJ (4 756 kcal)/kg	0.6794 kgce/kg
生物乙醇	27180 kJ (6 500 kcal)/kg	0.9286 kgce/kg
氢气	142000 kJ (33958 kcal)/kg	0.4361 kgce/m ³
沼气	20934 ~ 24283 kJ (5000 ~ 5800 kcal)/m ³	(0.7143 ~ 0.8286) kgce/m ³
电力(当量值)	—	0.1229 kgce/(kW·h)
电力(等价值)	—	按上年电厂发电标准煤耗计算
热力(当量值)	—	0.03412 kgce/MJ
热力(等价值)	—	按供热煤耗计算
余热余压	—	0.0341 kgce/MJ

A.2 常用耗能工质折标准煤参考系数见表 A.2。

表A.2 常用耗能工质折标准煤参考系数

耗能工质名称	单位耗能工质耗能量	折标准煤系数
新水	7.54 MJ (1800 kcal)/t	0.2571 kgce/t
软化水	14.24 MJ (3400 kcal)/t	0.4857 kgce/t
除氧水	28.47 MJ (6800 kcal)/t	0.9714 kgce/t
除盐水	41.87 MJ (10000 kcal)/t	1.4286 kgce/t
循环水	2.51 MJ (600 kcal)/t	0.0857 kgce/t
压缩空气	1.17 MJ (280 kcal)/m ³	0.0400 kgce/m ³
氧气	11.72 MJ (2800 kcal)/m ³	0.4000 kgce/m ³
氮气（做副产品时）	11.72 MJ (2800 kcal)/m ³	0.4000 kgce/m ³
氮气（做主产品时）	19.68 MJ (4700 kcal)/m ³	0.6714 kgce/m ³

T/HBJNXH XXXX—XXXX

氩气	72.36MJ (17283 kcal)/m ³	2.4690 kgce/m ³
二氧化碳气	6.28 MJ (1500 kcal)/m ³	0.2143 kgce/m ³
乙炔	243.76 MJ (58220 kcal)/m ³	8.3143 kgce/m ³
电石	60.92 MJ (14550 kcal)/kg	2.0786 kgce/kg

附录 B
(资料性)

生活垃圾焚烧电厂项目碳排放计算参数

以湖北省为例，入炉生活垃圾焚烧可燃组分参数推荐值见表B.1，化石燃料燃烧二氧化碳排放因子缺省值见表B.2。

表B.1 入炉生活垃圾焚烧可燃组分参数推荐值

生活垃圾	物理组分 WF_i (%)	含水率 dm_i (%)	碳元素 CF_i (%)	矿物碳 $FCF_{i,t}$ (%)	焚烧排放因子（矿物碳， tCO_2/t 入炉垃圾）
厨余	19.82	44.06	50.60	11.73	0.024
纸类	6.74	84.52	46.13	8.90	0.002
橡塑	19.44	29.47	78.77	68.10	0.270
纺织	9.79	48.36	61.03	52.30	0.059
木竹	7.53	66.46	53.03	18.53	0.009
合计（单位重量入炉生活垃圾排放因子， tCO_2/t 入炉垃圾）					0.364

数据来源：物理组分、含水率、碳元素、矿物碳等参考湖北省本地统计数据。每一种物理组分的焚烧排放因子=物理组分（%）×(1-含水率（%）)×碳元素（%）×矿物碳（%）×氧化因子（%）×44/12，五种组分的焚烧排放因子相加可以得到合计的单位重量入炉生活垃圾排放因子。

注：若有实测值，优先采用实测值，若无实测值可参考上表数据计算入炉生活垃圾矿物碳排放。

表B.2 化石燃料燃烧二氧化碳排放因子缺省值表

燃料品种	计量单位	低位发热量 NCV_i (GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 CC_i (tC/GJ)	碳氧化率 OF_i (%)
一般烟煤	t	18.8~23.0	26.1×10^{-3} - 26.7×10^{-3}	99
燃料油	t	41.840	21.2×10^{-3}	98
汽油	t	43.095	18.9×10^{-3}	98
柴油	t	42.677	20.2×10^{-3}	98
液化石油气	t	50.208	17.2×10^{-3}	98
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.112	15.3×10^{-3}	99

数据来源：低位发热量参考国家统计局《能源统计报表制度》（2024年统计年报和2025年定期统计报表）；单位热值含碳量、碳氧化率参考《省级温室气体清单编制指南》（2025版）。

注：在生活垃圾焚烧电厂中，润滑油用作润滑剂的过程中缓慢氧化释放到大气中的CO₂ 排放，使用的排放因子推荐优先采用本地区特征数据，如本地区数据无法获取，可采用缺省值，低位发热量缺省值414.216GJ/t，碳含量缺省值20 tC/TJ，碳氧化因子缺省值20%，碳排放因子=低位发热量（GJ/t）×碳含量（tC/TJ）/1000×氧化因子（%）×44/12。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国节约能源法
 - [2] 发改环资〔2021〕642号 “十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划
 - [3] 发改环资规〔2023〕269号 国家发展改革委 市场监管总局关于进一步加强节能标准更新升级和应用实施的通知
 - [4] 国家统计局《能源统计报表制度》（2024年统计年报和2025年定期统计报表）
 - [5] 发改运行〔2022〕1258号 关于进一步做好新增可再生能源消费不纳入能源消费总量控制有关工作通知
 - [6] 环办气候函〔2022〕485号 企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施
 - [7] 发改办气候〔2013〕2526号 工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）
 - [8] 国际政府间气候变化专门委员会.《国家温室气体清单指南（2024年版）》
 - [9] 环办气候〔2026〕1号 生态环境部关于印发《省级温室气体清单编制指南(2025年版)》的通知
 - [10] GB 21258—2024 燃煤发电机组单位产品能源消耗限额
 - [11] GB/T 45149—2025 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 生物质发电及热电联产项目
 - [12] DB11/T 1234—2022 生活垃圾焚烧处理能源消耗限额
 - [13] DB11/T 2164—2023 清洁生产评价指标体系 生活垃圾焚烧业
 - [14] DB44/T 2605—2025 生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额
 - [15] DB13/T 6151—2025 生活垃圾焚烧发电能源消耗限额等级引导性指标
-