

附件 2

单击此处添加 ICS 号

单击此处添加中国标准文献分类号

DB44

广东省地方标准

DB44/T XXXXX—XXXX

生活垃圾焚烧发电设施能源消耗 计算与限额

Calculation and quota of energy consumption indexes for waste
incineration facilities

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

广东省市场监督管理局 发布

目 次

目 次	1
前 言	2
生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额	2
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 技术要求	2
4.1 能耗限额等级	2
4.2 现有垃圾焚烧厂能耗限定值（III级）	3
4.3 新、改扩建垃圾焚烧厂能耗准入值（II级）	3
4.4 垃圾焚烧发电厂能耗先进值（I级）	3
4.5 能耗影响因素修正系数	3
5 能耗统计范围与计算方法	6
5.1 能耗统计范围	6
5.2 能耗计算方法	能耗计算方法
6 节能措施	7
6.1 节能管理措施	7
6.2 节能技术措施	8
附 录 A	9

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给出的规则起草。

本文件由广东省能源局提出并归口。

本文件由广东省市场监督管理局批准发布。

本文件起草单位：广东省节能中心、华南理工大学、中国科学院广州能源研究所、广州环保投资集团有限公司、光大环保能源（中国）有限公司、深圳市能源环保有限公司、广州汇锦能效科技有限公司。

本文件主要起草人：xxxxxxx、xxxxxxx、xxxxxxx、xxxxxxx、xxxxxxx、xxxxxxx、xxxxxxx、。

本文件为首次发布。

生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧发电设施能源消耗（以下简称能耗）的限额等级与技术要求、统计范围与计算方法、节能措施。

本文件适用于现有垃圾焚烧发电厂发电设施能耗的计算和考核，新建、改扩建垃圾焚烧发电厂综合能耗水平的控制。

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。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。

- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB/T 12497 三相异步电动机经济运行
- GB/T 12723 单位产品能源消耗限额编制通则
- 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/T 23331 能源管理体系要求及使用指南
- GB/T 36714 用能单位能效对标指南
- DL/T 904 火力发电厂技术经济指标计算方法
- DB44/T 1097 生活垃圾焚烧锅炉能效测试规程
- CJ/T 313 生活垃圾采样和分析方法
- CJJ 90 生活垃圾焚烧处理工程技术规范
- 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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 焚烧系统 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。若入炉垃圾量无法计量，可采用迭代法，先假定锅炉热效率，通过正平衡有效吸热量的测定计算入炉垃圾量，然后按反平衡迭代计算（前后两次热效率之差应不大于1%为合格）的方法确定。

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 综合能源消费量 comprehensive energy consumption

指在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。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 单位处理能耗 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（不计入炉垃圾自身含有的能量）与入厂垃圾总量的比值。

3.7 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（计入入炉垃圾自身含有的能量）与垃圾焚烧发电厂发电量的比值。对于热电联产的垃圾焚烧发电厂，以热力的折标煤标准系数转为电能后计算总发电量。

3.8 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（计入入炉垃圾自身含有的能量）与垃圾焚烧发电厂侧上网电量的比值。对于热电联产的垃圾焚烧发电厂，以热力的折标煤标准系数转为电能后计算总上网电量。

4 技术要求

4.1 能耗限额等级

垃圾焚烧发电厂能耗指标基础值的限额等级见表1和表2。

表1 单位处理能耗基础值限额等级

类别	处理能力 D t/d	I级基础值 kgce/t	II级基础值 kgce/t	III级基础值 kgce/t
特大类	$D \geq 2000$	≤ 5.542	≤ 5.984	≤ 6.082

I类	1200≤D<2000	≤5.625	≤6.038	≤6.220
II类	600≤D<1200	≤5.991	≤6.175	≤6.321
III类	150≤D<600	≤6.162	≤6.342	≤6.533

表2 供电能耗基础值限额等级

类别	处理能力 D t/d	I级基础值 kgce/(kW·h)	II级基础值 kgce/(kW·h)	III级基础值 kgce/(kW·h)
特大类	D≥2000	≤0.606	≤0.631	≤0.655
I类	1200≤D<2000	≤0.621	≤0.647	≤0.671
II类	600≤D<1200	≤0.681	≤0.701	≤0.747
III类	150≤D<600	≤0.752	≤0.770	≤0.793

4.2 现有垃圾焚烧厂能耗限定值（III级）

能耗限定值是评价现有垃圾焚烧发电厂生产耗能的最低要求，现有垃圾焚烧厂能耗指标限定值（III级）基础值详见表1和表2。

现有焚烧厂的单位处理能耗限定值和供电能耗限定值分别为表1和表2中能耗限定值（III级）基础值与4.5列出的能耗影响因素修正系数的乘积，即限定值=III级基础值× $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7\eta_8$ 。

现有焚烧厂的能耗指标应不高于规定的能耗指标限定值。

4.3 新、改扩建垃圾焚烧厂能耗准入值（II级）

能耗准入值是评价新、改扩建垃圾焚烧发电厂生产耗能的最低要求，新、改扩建垃圾焚烧发电厂能耗指标准入值（II级）的基础值详见表1和表2。

新建、改扩建垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗准入值和供电能耗准入值为表1和表2中准入值（II级）的基础值与4.5列出的能耗影响因素修正系数的乘积，即准入值=II级基础值× $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7\eta_8$ 。

新建、改扩建焚烧厂的能耗指标应不高于规定的能耗指标准入值。

4.4 垃圾焚烧发电厂能耗先进值（I级）

能耗先进值是以行业领先水平为取值原则，促进现有焚烧厂采用先进技术，使生产能耗达到先进水平的指标。垃圾焚烧发电厂先进值（I级）的基础值详见表1。

垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗先进值和供电能耗先进值为表1中先进值（I级）的基础值与4.5列出的能耗影响因素修正系数的乘积，即先进值=I级基础值× $\eta_1\eta_2\eta_3\eta_4\eta_5\eta_6\eta_7\eta_8$ 。

4.5 能耗影响因素修正系数

以下为各项垃圾焚烧发电厂能耗影响因素的修正系数，按表3~表10选取。

入厂垃圾热值修正系数

入厂垃圾热值修正系数 η_1 按表3选取。

表3 入厂垃圾热值修正系数 η_1

入厂垃圾热值 LHV kJ/kg	修正系数
10000 < LHV	1.01
7000 ≤ LHV ≤ 10000	1.00
LHV < 7000	1.02

注：LHV 为入厂垃圾收到基的低位发热值。

主蒸汽参数修正系数

主蒸汽参数修正系数 η_2 按表4选取。

表4 主蒸汽参数修正系数 η_2

主蒸汽参数	修正系数
中参数	1.03
高参数	1.00

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5选取。

表5 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 ≤ t ≤ 25	1.00
t < 10, t > 25	1.01

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）。

冷凝器冷却方式修正系数

冷凝器冷却方式修正系数按表6选取。

表6 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	间接冷却	1.03
	直接冷却	1.05

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7选取。

表7 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	修正系数
≤ 4 次	1.00
$4 < N \leq 32$ 次	$1 + 0.04 \times (N - 4)$

注：N为焚烧系统启停维修次数，其中焚烧线因维修而停机12h以上，停机到启动的过程算为启停维修一次，并对N>32次的垃圾焚烧企业运维能力进行重点评估。

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8选取。

表8 烟气脱酸方式修正系数 η_6

脱酸方式		修正系数
干法		0.97
半干法	循环流化床法	1.00
	旋转喷雾法	1.02
湿法		1.04
半干法 + 干法		0.99
半干法 + 湿法		1.03

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9选取。

表9 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

机组负荷率修正系数

机组负荷率修正系数按表10选取。

表10 机组负荷率修正系数 η_8

机组负荷率 %	修正系数
$\geq 85\%$	1.00
80%	1.01
70%	1.03
60%	1.06
50%	1.09
40%	1.13
30%	1.16
20%	1.20
10%	1.23

5 能耗统计范围与计算方法

5.1 能耗统计范围

统计报告期内垃圾焚烧发电厂焚烧系统全部的生产综合能耗。

现役机组原则上按1年年度确定统计期，新建、改扩建焚烧厂应以稳定运营后的能耗考核值为准。

5.2 能耗计算方法

统计报告期内的综合能源消费量、单位处理能耗、发电能耗和供电能耗应按照GB/T 2589、GB/T 12723和DL/T 904 标准文件的规定计算。

生产综合能耗的计算

综合能源消费量按公式（1）计算：

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

式中：

E—统计报告期内综合能源消费量，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)，如煤炭、油品、天然气等；

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 —统计报告期内总上网电量，kW·h；

K_P —电力的折标准煤系数。

单位处理能耗的计算

单位处理能耗按公式（2）计算：

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i)}{W} \quad (2)$$

式中，

e —统计报告期内单位处理能耗，kgce/t；

W —统计报告期内进厂垃圾量，t。

发电能耗的计算

发电能耗按公式（3）计算：

$$e_g = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w}{P_g} \quad (3)$$

式中，

e_g —统计报告期内发电煤耗，kgce/(kW·h)；

P_g —统计报告期内发电量，kW·h。

供电能耗的计算

供电能耗按公式（4）计算：

$$e_s = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times k_i) + E_w \times k_w}{P_s} \quad (4)$$

式中，

e_s —统计报告期内供电煤耗，kgce/(kW·h)。

6 节能措施

6.1 节能管理措施

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。

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。

建立能源管理体系

根据GB/T 23331建立能源管理体系，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。

做好能效对标工作

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，做好能效对标工作从而提高企业自身能效水平。

6.2 节能技术措施

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。

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 CJJ 90 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。

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。

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
(资料性附录)

常用能源折标准煤系数（以最新发布文件为准）

表 A.1 常用能源标准折标准煤系数（参考值）

品种	平均低位发热量	折标煤系数及单位
垃圾	收到基低位热值 (LHV) / kcal/kg	基于垃圾物理组成的垃圾热值估算或者按照锅炉效率反算
原煤	20908千焦 (5000千卡) /kg	0.7143 kgce/kg
电力(当量)	3596千焦 (860千卡) / kW · h	0.1229 kgce/(kW · h)
热力	按热焓计算	0.0341 tce/百万千焦
柴油	42652千焦 (10200千卡) /kg	1.4571 kgce/kg
汽油	43124千焦 (10300千卡) /kg	1.4714 kgce/kg
天然气	38931千焦 (9310千卡) /m ³	1.3300 kgce/ m ³
污泥	热值14964.2 kJ/kg	按29307.6kJ/1kgce折算, 0.5106 kgce/kg

广东省地方标准《生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额》(征求意见稿)编制说明

一、项目背景

(一)任务来源。根据《广东省市场监督管理局关于批准下达2021年第二批广东省地方标准制修订计划项目的通知》(粤市监标准〔2022〕22号)要求,本标准制定的目的是用于指导现有垃圾焚烧发电厂发电设施能耗的计算和考核,新建、改扩建垃圾焚烧发电厂综合能耗水平的控制,并提出代表行业能效标杆水平的先进值。

(二)起草单位。本标准由广东省能源局归口并组织制定,广东省节能中心、华南理工大学、中国科学院广州能源研究所、广州环保投资集团有限公司、光大环保能源(中国)有限公司、深圳市能源环保有限公司、广州汇锦能效科技有限公司组织有关人员成立标准制定工作组,本标准于2021年初启动编制。

(三)主要工作。

1.垃圾焚烧发电能耗文献调研。2021年4月~2021年7月,通过梳理现有政策文件、标准规范、统计报告和研究文献等,从国际、全国、广东省、其他典型地区等不同层面分析生活垃圾焚烧发电企业现状,分析其存在问题和未来发展趋势,为明确标准范围和内容框架提供参考基础。

2.调研问卷分析及实地考察。2021年7月~2022年8月,制定生活垃圾焚

烧发电企业基本情况调研计划，在广东省内开展问卷调查，汇总分析形成现在各企业的机组技术参数、能耗统计现状、计量水平、能效水平现状，为标准的制定提供充分的支撑依据。前往广东省及各地市能源主管部门和典型企业等进行实地走访考察，通过深入调研方式获取更进一步的信息和资料和解各利益主体对能效指标和单位产品能效的需求和建议。

3.标准初稿和编制说明编写。2022年8月~2022年10月，工作组根据前期调研与研究成果，初步完成了标准草案的编制，邀请行业专家进行工作组讨论稿的修改完善工作。

4.完成标准征求意见稿。2022年10月~2023年4月，广泛征求相关主管部门和企业等利益主体的意见，依据专家研讨会意见，修改完善标准讨论稿和编制说明，形成标准征求意见稿。

(四)标准文本草稿征求意见情况。无重大分歧和意见。

二、标准编制的目的和意义

(一)现行相关的国家标准、行业标准的情况。本项目制定的《生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额》是推荐性规范，没有涉及强制性的内容。截至标准工作开展前，国家未制定垃圾焚烧厂的能耗分级标准，地方中仅北京市出台了地方标准，广东省未制定该项地方标准。2022年10月1日，北京市实施 DB11/T 1234-2022 地方标准代替 DB11/T 1234-2015 地方标准。

(二)标准编制目的和意义。焚烧发电是生活垃圾处理的重要方式之一，

对实现垃圾减量化、资源化和无害化，改善城乡人居环境，解决“垃圾围城”“垃圾填海”“垃圾下乡”等突出环境问题具有重要支撑作用。习近平总书记在中央财经领导小组第十四次会议上指出：要对垃圾焚烧厂提早布局，明确厂址，破解“邻避”困局。十九大报告提出，要着力解决突出环境问题，加强固体废弃物和垃圾处置。国家发展与改革委、住房城乡建设部发布的《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》明确提出了提高城镇生活垃圾无害化处理能力和优化以焚烧为主的垃圾处理发展结构的任务。

截至 2020 年底，全省共建成运营生活垃圾焚烧发电厂 73 座，装机容量为 234 万 kW，总处理能力为 9 万吨/日，占比为 60%，焚烧处理已成为我省生活垃圾处理的主要方式，但仍然低于日本等发达国家超过 70%的焚烧比例，距离实现生活垃圾“零填埋”的目标仍有较大差距。《广东省生活垃圾焚烧发电项目中长期专项规划（2020-2030 年）》提出，到 2030 年底，全省新增生活垃圾焚烧发电处理能力 7 万吨/日，生活垃圾焚烧发电处理总能力达到 15 万吨/日以上，生活垃圾焚烧发电装机容量达到 400 万 kW 以上。

目前，垃圾处理是按照进厂垃圾进行结算，但进厂垃圾与实际入炉垃圾有 12-20%的差距，加上垃圾发热值变动较大，大部分企业采用参考折标煤系数计算，造成我省垃圾发电的发电煤耗偏高。按照国家统计规则，垃圾发电归在火力发电中，在核算地区能源消费量（等价值）时，净外购电力和一次电力折算为标准煤采用当年全省火力发电煤耗计算。随着生活垃圾焚烧发电

装机容量增加，垃圾焚烧厂的能耗水平对全省能耗核算影响越来越大。

根据广东省能源局 2021 年 4 月 20 日《关于开展生活垃圾焚烧和污水处理能耗限额标准制定工作调研的函》要求，项目组拟定的《生活垃圾焚烧发电设施能源消耗计算与限额》标准，在参考了欧盟衡量生活垃圾焚烧厂能源利用指标 R1 计算方法、规定值范围和北京市地方标准 DB11/T 1234，通过收集广东省具有代表性的 27 家垃圾焚烧厂在统计报告期内的生产能耗数据，提出了生活垃圾焚烧设施能源消耗（以下简称能耗）的能耗定额等级与技术要求、统计范围与计算方法、节能措施。对指导现有企业加强节能降耗，提高新建、改扩建生活垃圾处理准入门槛进行技术指导。

三、主要技术指标的说明

（一）标准编制的原则。根据 GB/T 12723-2013《单位产品能源消耗限额编制通则》开展。

（二）标准编制的依据。广东省 27 家垃圾焚烧发电厂企业 3 年生产能耗统计数据,其中，常用能源标准折标准煤系数（参考值）详见附录 A。同时,参考了相关的标准技术规范制订：国家标准 GB 21258-2017《常规燃煤发电机组单位产品能源消耗限额》，北京市地方标准 DB11/T 1234-2015《生活垃圾焚烧处理能源消耗限额》。2022 年 10 月 1 日，北京市实施 DB11/T 1234-2022 地方标准代替 DB11/T 1234-2015 地方标准，北京市能效能耗限额标准相关指标详见附录 B。

(三) 能效指标体系的确定

1.标准适用范围。本标准规定了生活垃圾焚烧发电设施能源消耗(以下简称能耗)的限额等级与技术要求、统计范围与计算方法、节能措施。适用于现有垃圾焚烧厂发电设施能耗的计算和考核,新建、改扩建垃圾焚烧厂综合能耗水平的控制。

2.能效能耗限额指标。垃圾焚烧发电厂能源消耗主要为生活垃圾、天然气、柴油和电力。主要用能系统为垃圾焚烧处理而配置的干燥、焚烧、热交换、烟气净化、排渣出渣、飞灰收集输送、控制等,主要包括了垃圾接收、储存和输送系统,垃圾焚烧系统,余热利用系统,烟气净化系统,灰渣处理系统等主生产系统,以及辅助子系统及附属生产系统。主要产品为供电、供热。单位处理能耗、供电能耗反应了垃圾焚烧发电厂的能耗水平,故确定这2个指标为本标准推荐性能效能耗指标。

3.能效能耗影响因素修正系数的选取

(1) 入炉垃圾热值修正系数 η_1

由于低热值垃圾焚烧后会造成设备长时间处在低负荷运行状态,蒸汽量和蒸汽参数不足,部分情况需要助燃才能达到环保指标和发电参数的要求。高热值垃圾焚烧后会导致炉膛烟气温度上升,排烟温度上升,排烟侧减温压力升高,锅炉整体效率下降,导致煤耗值增加。调研得知,广东省各地的垃圾热值处于6000 kJ/kg-9000 kJ/kg之间,并且由于垃圾分类政策和生活水平的

提高，垃圾热值将进一步提高，故入厂垃圾热值修正系数 η_1 的设置见表 1 所列。其中，入炉垃圾热值为收到基低位热值 LHV (kcal/kg)，按基于垃圾物理组成的垃圾热值估算或者按照锅炉效率反算。

表1 入厂垃圾热值修正系数 η_1

入炉垃圾热值 LHV kJ/kg	修正系数
10000 < LHV	1.01
7000 ≤ LHV ≤ 10000	1.00
LHV < 7000	1.02

注：LHV 为入炉垃圾收到基的低位发热值。

(2)主蒸汽参数修正系数 η_2

目前垃圾焚烧行业余热锅炉的主蒸汽参数主要有两种：一种是中温中压参数，即中参数 (4.0 MPa、400°C)；另一种是中温次高压参数，即高参数 (5.3 MPa、450°C或 6.4 MPa、450°C或 6.4 MPa、485°C)。汽轮机热效率与进汽参数成正比，垃圾焚烧发电厂余热锅炉主蒸汽参数越高，发电效率越高。与中参数比较，高参数余热锅炉效率理论上可增加 6-7%的发电量，汽轮机热耗和汽耗分别降低 6.76%和 8.64%，并且电量输出是中温中压工况下的 1.1-1.2 倍，内效率综合效益要明显优于中参数工艺。若以高参数垃圾发电企业为基准，在同类企业的范围内中参数炉型的能耗值要高大约 3%。因此，考虑目前的技术应用，主蒸汽参数修正系数 η_2 按表 2 选取。

表2 主蒸汽参数修正系数 η_2

主蒸汽参数	修正系数
中参数	1.03

高参数	1.00
-----	------

(3)当地平均气温修正系数 η_3

由于异常平均气温对环境空气和冷却水的温度的不良影响，故需考虑当地平均气温对能效能耗的增加。2010-2021年广东省各地平均气温如表3所示。

气温影响环境空气温度，过高或过低的空气预热器入口温度均会影响排烟温度，排烟温度过高会使排烟侧减温压力升高而增加能耗，排烟温度过低容易导致锅炉尾部受热面出现低温腐蚀影响发电效率。其次，气温过高会影响使用循环水冷却冷凝方式焚烧发电厂的冷凝效果。

考虑到广东省年平均气温都在20°C-25°C之间，无法细致地区分不同城市的垃圾焚烧发电厂在不良运行环境下的能效能耗。故以当地月平均气温作为参数指标，通过统计在一年统计期内不良运行环境的月份来计算年平均气温修正参数的方法更为恰当。其中当地月平均气温修正系数 η_3 按表4选取。

表3 广东省2010年-2021年的各地月平均气温

月份 城市	一月(□)	二月(□)	三月 (□)	四月 (□)	五月 (□)	六月 (□)	七月 (□)	八月 (□)	九月 (□)	十月 (□)	十一月 (□)	十二月 (□)
广州	10~19	12~20	16~23	21~27	25~31	27~33	27~34	27~34	25~33	21~30	18~25	12~20
韶关	7~15	9~17	13~21	18~25	23~30	26~33	26~35	25~35	23~33	18~29	14~22	8~16
惠州	11~19	12~20	16~24	21~28	24~31	27~33	27~34	26~34	25~33	21~30	18~25	12~20
梅州	9~19	11~20	15~23	19~28	23~31	26~33	26~35	26~35	24~34	19~30	16~25	10~19
汕头	12~19	13~20	15~22	20~27	24~30	27~32	28~34	27~34	26~33	22~30	19~26	14~21
深圳	13~20	14~21	18~24	21~28	25~31	28~32	28~33	27~33	26~32	23~30	20~26	14~21
珠海	14~19	14~20	17~23	22~27	25~31	28~33	28~33	28~33	27~32	24~30	20~26	15~20
佛山	12~19	13~20	17~23	22~28	25~32	28~34	28~34	27~35	26~34	23~30	19~25	13~20
肇庆	11~18	13~20	16~23	21~28	24~31	27~33	27~34	27~34	26~33	22~30	18~25	12~19
湛江	14~20	14~21	19~24	23~28	26~32	27~33	27~33	26~33	25~33	22~30	20~26	15~21
江门	12~19	13~20	17~23	21~27	25~32	27~33	27~34	27~34	26~33	23~30	19~25	13~20
河源	9~18	11~20	15~23	20~27	24~31	26~33	23~35	26~35	25~33	20~30	16~25	10~19
清远	10~18	12~19	16~22	20~27	24~30	27~33	27~34	26~34	25~33	21~30	17~24	12~18

云浮	10~18	12~20	16~23	21~28	24~32	26~34	26~34	26~34	25~33	20~30	17~25	11~19
潮州	11~20	12~20	15~23	20~27	23~30	26~33	27~34	26~34	25~33	20~30	18~26	13~21
东莞	12~19	13~20	17~23	21~27	25~31	27~33	27~33	27~34	26~33	22~30	19~25	13~20
中山	12~19	13~20	17~24	21~28	25~31	28~33	27~33	27~34	26~33	22~30	19~25	13~20
阳江	13~20	14~20	18~23	22~27	25~30	27~32	27~32	26~33	26~32	22~30	19~26	14~20
揭阳	11~19	12~20	15~23	20~27	23~30	26~33	27~34	26~34	25~33	21~30	18~26	13~21
汕尾	13~20	14~20	17~23	21~26	25~29	27~31	27~32	27~32	26~32	22~30	20~26	14~21
茂名	13~21	14~22	19~25	22~29	25~32	27~33	27~33	26~34	25~33	22~31	19~27	14~22

表4 当地月平均气温修正系数 η_3

当地平均气温 t °C	修正系数
$10 \leq t \leq 25$	1.00
$t < 10, t > 25$	1.01

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) 冷凝器冷却方式修正系数 η_4

广东省汽轮机组凝汽器的冷却方式有水冷系统和空气冷却系统之分。循环水冷却是指通过换热器交换热量或直接接触换热方式来交换介质热量并经冷却塔冷却，冷却水可循环使用，其中能耗主要集中在水泵侧，此能耗可忽略不计。空气冷却方式又分为间接冷却和直接冷却，相较于间接冷却，直接冷却需要采取强制通风，厂用电量增加。故冷凝器冷却方式修正系数 η_4 按表 5 选取。

表5 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	间接冷却	1.03
	直接冷却	1.05

(5) 焚烧系统年启停次数修正系数 η_5

机组启停次数对热耗和发电煤耗影响很大。统计资料表明，焚烧系统每次启停消耗的燃料约为本机组在满负荷下 2-3h 消耗的燃料，机组每次启停会损失约为 $3\text{kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 的热耗，相应引起煤耗增加约 $0.1-0.15\text{kgce}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ，焚烧系统中单条焚烧线每年累计运行时间应不低于 8000 小时。故焚烧系统年启停次数修正系数 η_5 按表 5 选取。

表6 焚烧线年启停次数修正系数 η_5

焚烧系统年启停次数	修正系数
≤ 4 次	1.00
$4 < N \leq 32$ 次	$1 + 0.04 \times (N - 4)$
注：N为焚烧系统启停维修次数，其中焚烧线因维修而停机12h以上，停机到启动的过程算为启停维修一次，并对 $N > 32$ 次的垃圾焚烧企业运维能力进行重点评估。	

(6) 烟气脱酸方式修正系数 η_6

垃圾焚烧烟气脱酸是指脱除垃圾焚烧产生的烟气中所含的 HCl 、 SO_2 、 HF 等酸性气体,使最终对大气环境排放的烟气中的酸性气体成分达到国家或地方允许的排放标准。一般而言,烟气中酸性气体的脱除有三类基本处理工艺:干法、半干法与湿法。

干法利用物料本身的结晶水,通过机械挤压直接对原料粉末进行压缩→成型→破碎→造粒的一种制粒工艺,其原料粉末连续地直接成型、造粒,省略加湿和干燥工序,节约了大量电能。

半干法工艺的脱酸方法为通过石灰浆制备系统将生石灰制备成石灰浆溶液,然后通过一个水泵加压到一个高速旋转的雾化器将雾化的溶液均匀注入

反应塔内与塔内流动的烟气反应去除酸性气体，耗费一部分多余能耗。

湿法净化工艺一般采用湿式洗涤塔脱酸，系统由湿式洗涤塔、循环水(液)喷射系统、循环冷却水(液)系统、NaOH 储存与制备系统等组成，在系统内动力侧会产生较大能耗。

目前广东省垃圾焚烧发电企业中存在两种脱酸工艺的组合利用，故在单一工艺能耗系数的基础上设置了组合工艺的能耗修正系数，焚烧系统烟气脱酸方式修正系数 η_6 按表 7 选取。

表7 烟气脱酸方式修正系数 η_6 。

脱酸方式		修正系数
干 法		0.97
半干法	循环流化床法	1.00
	旋转喷雾法	1.02
湿 法		1.04
半 干 法 + 干 法		1.00
半 干 法 + 湿 法		1.03

(7)烟气脱硝方式修正系数 η_7

为了达到国家、欧盟 2000/76/EC 或地方允许的排放标准，需要确定相应的 NOX 去除工艺。NOX 去除工艺主要有选择性非催化还原法(SNCR)、高分子非催化还原脱硝(PNCR)和选择性催化还原法(SCR)。

SNCR 是在高温(800-1000°C)条件下,利用氨水或尿素作为还原剂将 NO_x 还原成 N₂，不需要催化剂。

PNCR 以炉内非催化还原为主，是采用特定脱硝剂用气力输送装置把无粉

未光滑颗粒状脱硝剂直接送入炉膛，不需要烟气再加热器，高温下释放出大量含氨基官能团与烟气中 NO_x 发生还原反应，达到去除 NO_x 的目的。

SCR 法是在催化剂的存在下 NO_x 被还原成 N₂，为了达到 SCR 法还原反应所需的 400°C 的温度，烟气在进入催化脱氮器之前需要加热，脱硝效率为。与 SNCR 法相比，SCR 法脱氮效果更好，但需要消耗昂贵的催化剂，加热还需耗用大量热能，处理成本远大于 SNCR 法。

目前广东省垃圾焚烧发电企业中存在两种脱硝工艺的组合利用，故在单一工艺能耗系数的基础上设置了组合工艺的能耗修正系数，焚烧系统烟气脱酸方式修正系数 η_7 按表 8 选取。

表8 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

(8) 机组负荷率修正系数 η_8

由于垃圾焚烧电厂产能增加，已经出现了机组低负荷运行的工况，增加了机组负荷率的修正系数。资料显示，与 2019-2020 年仅在常规燃煤发电机组配额分配时采用负荷(出力) 系数修正系数不同，2021、2022 年在常规燃煤热电联产机组配额分配时，也采用负荷(出力)系数修正系数，对常规燃煤热电联

产机组低负荷运行时的配额进行补偿，体现了国家对能源电力行业“保供热、保民生”的支持。

经数字双碳研究院测算，常规燃煤机组的负荷率大小对机组负荷修正系数的变化将为发电企业供电碳配额增加 2-12%的配额。机组负荷修正系数和机组负荷率相关，当机组负荷率 $\geq 85\%$ 时，该修正系数为 1，当机组负荷率 $< 85\%$ 时，机组负荷率越低，该修正系数越大。机组负荷率与机组负荷(出力)系数修正系数的关系如下图所示。因此，机组负荷率修正系数 η_8 如表 9 所示

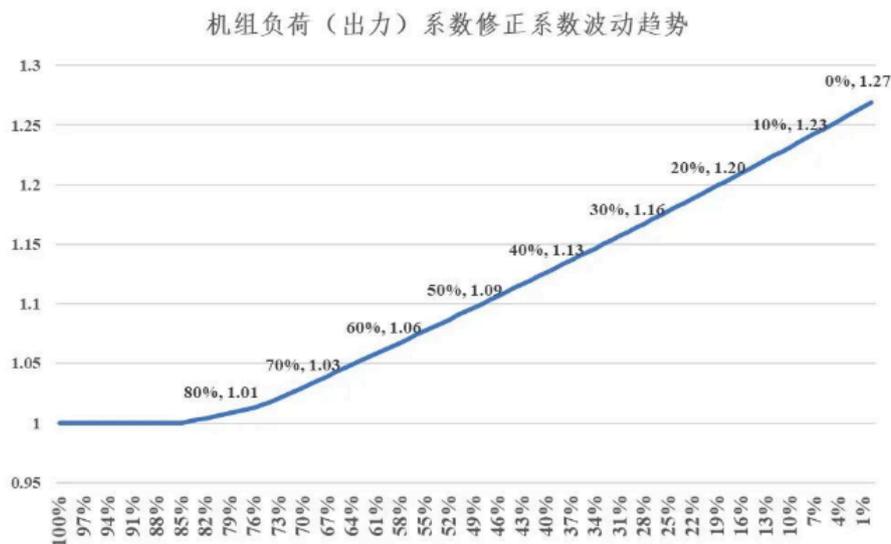


图1 机组负荷（出力）系数修正系数波动趋势

表9 机组负荷率修正系数 η_8

机组负荷率 %	修正系数
$\geq 85\%$	1.00
80%	1.01
70%	1.03
60%	1.06
50%	1.09

40%	1. 13
30%	1. 16
20%	1. 20
10%	1. 23

4. 能耗指标限额值的计算方法

目前国家和行业无垃圾焚烧发电厂能效能耗限额的强制性标准。本标准规定了广东省现有垃圾焚烧发电厂能效能耗限额值，新建、改扩建垃圾焚烧发电厂能效能耗准入值，以及代表行业能效标杆水平的先进值。本标准能效能耗限额值是通过统计了广东省内具有代表性的 27 家垃圾焚烧发电厂运行机组 2018、2019 及 2020 共 3 年的能源消耗、供电、供热数据，并在分析、计算的过程中参考目前唯一的垃圾焚烧厂能耗限额标准-北京市地方标准 DB11/T 1234-2022 《生活垃圾焚烧处理能源消耗限额》，详见附录 B 表 1。调查选择的垃圾焚烧发电厂具有代表性，涵盖了广东省垃圾焚烧厂中温中压、中温次高压蒸汽参数的机组。

基于 GB 12723-2013 《单位产品能源消耗限额编制通则》6.3 的要求，对于高耗能、高污染以及产能过剩行业，在基于节能改造的经济可行性分析基础上淘汰比例应不低于 20%，本标准的单位处理能耗及供电能耗的垃圾焚烧发电企业的淘汰比例基本达到。能耗指标限额值的计算方法为能耗指标限定值（III 级）基础值、准入值和先进值与能耗影响因素修正系数的乘积。限定值=III 级基础值 $\times\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8$ ；新建、改扩建垃圾焚烧发电厂

的能耗指标准入值为表 10 中准入值 (II 级) 的基础值与能耗影响因素修正系数的乘积, 即准入值=II 级基础值 $\times\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8$;先进值=I 级基础值 $\times\eta_1\times\eta_2\times\eta_3\times\eta_4\times\eta_5\times\eta_6\times\eta_7\times\eta_8$ 。

能耗指标基础值和修正后各垃圾焚烧发电企业能耗值, 分别列于表 10 和表 11。其中, 参考了北京市地方标准垃圾焚烧发电厂类别的设置, 根据额定焚烧线垃圾处理量 D(单位为 t/d)将垃圾焚烧发电厂分为 :III 类($150\leq D < 600$), II 类($600\leq D < 1200$), I 类($1200\leq D < 2000$), 特大类 ($D\geq 2000$)。

5. 指标值的设定依据。

5.1 现有垃圾焚烧厂的能耗限定值基础值

A. 现有垃圾焚烧厂的能耗限定值 (III 级) 基础值。调查了 3 家属于 III 类的垃圾焚烧厂企业, 参照深圳市能源环保有限公司盐田垃圾发电厂和瀚蓝 (饶平) 固废处理有限公司的数据, 确定 III 类垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗限定值基础值为 6.533 kgce/t, 供电能耗限定值基础值为 0.793kgce/kW·h。

B. II 类垃圾焚烧发电厂能耗限定值基础值。调查了 9 家属于 II 类的垃圾焚烧厂企业, 参考深圳广业环保再生能源有限公司, 深圳市天楹环保能源有限公司, 普宁市广业环保能源有限公司, 肇庆市博能再生资源发电有限公司, 广州环投从化环保能源有限公司, 广州环投云山环保能源有限公司 (云山一厂), 深圳市宝安垃圾发电厂一期, 潮州深能环保有限公司的数据, 故确定 II 类垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗限定值基础值为 6.321 kgce/t, 供电能耗限

定值基础值为 0.747kgce/kW·h。

C.I 类垃圾焚烧发电厂能耗限定值基础值。目前有 4 家属于 I 类的垃圾焚烧厂企业，参考光大广环投环保能源（肇庆）有限公司，汕头市绿色动力再生能源有限公司，中节能（汕头潮南）环保能源有限公司三家数据，故确定 I 类垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗限定值基础值为 6.220 kgce/t，供电能耗限定值基础值为 0.671kgce/kW·h。

D.特大类垃圾焚烧发电厂能耗限定值基础值。调查了 10 家属于特大类的垃圾焚烧厂企业，参照汕尾三峰环保发电有限公司，中山市天乙能源有限公司，广州环投南沙环保能源有限公司，广州环投花城环保能源有限公司，广州环投云山环保能源有限公司（云山二厂），广州环投增城环保能源有限公司，深圳市深能环保东部有限公司东部环保电厂，深圳市宝安区垃圾发电厂二期，广东顺控环境投资有限公司，广州环投福山环保能源有限公司 10 家企业的数
据，确定特大类垃圾焚烧发电厂的单位处理能耗限定值基础值为 6.082kgce/t，供电能耗限定值基础值为 0.655kgce/kW·h。

5.2 新（改、扩）建垃圾焚烧厂的能耗准入值（II 级）基础值

对于新、改扩建垃圾焚烧厂能耗准入值（II 级）的确定，设置约 50%左右的垃圾焚烧发电企业才能达到要求，是新、改扩建垃圾焚烧厂能耗准入的最低要求。

A.III 类新、改扩建垃圾焚烧厂单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值

分别为 6.342 kgce/t , 0.770kgce/kW·h。

B.II 类新、改扩建垃圾焚烧厂单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 6.175 kgce/t , 0.701kgce/kW·h。

C.I 类新、改扩建垃圾焚烧厂单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 6.038 kgce/t , 0.647kgce/kW·h。

D.特大类新、改扩建垃圾焚烧厂单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 5.984 kgce/t , 0.0.631kgce/kW·h。

5.3 垃圾焚烧发电厂能耗先进值（I级）基础值

考虑国际上垃圾焚烧发电厂发展现状和新型技术的推广应用，并结合国家产业政策规划要求，假定各企业积极通过本标准的实施，促进机组的节能技改和经济运行管理，能耗降在 3%-7%左右，成为行业先进值标杆。

A.III 类垃圾焚烧企业单位处理能耗限定值的平均先进值为 6.252kgce/t，供电能耗限定值的平均先进值为 0.761kgce/kW·h，故确定单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 6.162 kgce/t，0.752kgce/kW·h。

B.II 类垃圾焚烧企业单位处理能耗限定值的平均先进值为 6.138kgce/t，供电能耗限定值的平均先进值为 0.680kgce/kW·h，故确定单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 5.991 kgce/t，0.681kgce/kW·h。

C.I 类垃圾焚烧企业单位处理能耗限定值的平均先进值为 5.920kgce/t，供电能耗限定值的平均先进值为 0.634kgce/kW·h，故确定单位处理能耗和供电能

耗准入值的基础值分别为 5.625kgce/t，0.621kgce/kW·h。

D.特大类垃圾焚烧企业单位处理能耗限定值的平均先进值为 5.982kgce/t，供电能耗限定值的平均先进值为 0.635kgce/kW·h，故确定单位处理能耗和供电能耗准入值的基础值分别为 5.542kgce/t，0.606kgce/kW·h。

表10 垃圾焚烧厂综合能耗限额的基础值确定

类别	处理能 力 D t/d	能耗基础值限额等级					
		I级基础值		II级基础值		III级基础值	
		单位处 理能耗 kgce/t	供电能耗 kgce/(kW·h)	单位处 理能耗 kgce/t	供电能耗 kgce/(kW·h)	单位处 理能耗 kgce/t	供电能耗 kgce/(kW·h)
特大类	$D \geq 2000$	≤ 5.542	≤ 0.606	≤ 5.984	≤ 0.631	≤ 6.082	≤ 0.655
I类	$1200 \leq D < 2000$	≤ 5.625	≤ 0.621	≤ 6.038	≤ 0.647	≤ 6.220	≤ 0.671
II类	$600 \leq D < 1200$	≤ 5.991	≤ 0.681	≤ 6.175	≤ 0.701	≤ 6.321	≤ 0.747
III类	$150 \leq D < 600$	≤ 6.162	≤ 0.752	≤ 6.342	≤ 0.770	≤ 6.533	≤ 0.793

四、经济、社会效益预测

(一) 经济效益预测。根据广东省发改委发布的数据显示，2020 下半年至 2021 年上半年广东省垃圾焚烧发电企业的总入厂垃圾量约为 322.8 万吨。若各企业通过本标准的指导，促进垃圾焚烧发电机组的节能技改和经济运行管理，使能耗指标下降 3%，那么预计年节能量可达到约 19 万吨标煤。

(二) 社会效益预测。本标准的实施弥补了广东省地方垃圾焚烧处理能源消耗限额标准的空缺，对推动广东省高效发电起到积极的作用，引导垃圾焚烧发电企业挖潜革新，节能降耗，具有良好的社会效益。

五、与现行法律、法规和强制性标准的关系

至标准编制之日尚未发现与计划编制标准相冲突的现行法律、法规和强制性国家标准。

六、作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准为推荐性广东省地方标准。

七、贯彻标准的措施建议

为了贯彻好本标准，使其有效发挥作用，建议在标准发布后，在广东省垃圾焚烧厂企业进行宣传与贯彻，并组织有关部门进行学习和培训。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应予以说明的事项

无。

附录 A

(资料性附录)

常用能源折标准煤系数 (以最新发布文件为准)

表 A.1 常用能源标准折标准煤系数 (参考值)

品种	平均低位发热量	折标煤系数及单位
垃圾	收到基低位热值 (LHV) / kcal/kg	基于垃圾物理组成的垃圾热值估算或者按照锅炉效率反算
原煤	20908千焦 (5000千卡) /kg	0.7143 kgce/kg
电力(当量)	3596千焦 (860千卡) / kW · h	0.1229 kgce/(kW · h)
热力	按热焓计算	0.0341 tce/百万千焦
柴油	42652千焦 (10200千卡) /kg	1.4571 kgce/kg
汽油	43124千焦 (10300千卡) /kg	1.4714 kgce/kg
天然气	38931千焦 (9310千卡) /m ³	1.3300 kgce/ m ³
污泥	热值14964.2 kJ/kg	按29307.6kJ/ 1kgce折算, 0.5106 kgce/kg

附录 B

北京市 DB11/T 1234-2022 《生活垃圾焚烧处理能源消耗限额》

表 1 现有焚烧厂处理能耗基础值限额等级

类别	处理能力 D (t/d)	处理能耗限定值的基础值 (kgce/t)	供电能耗限定值的基础值 [kgce/(kW·h)]
特大类	$D \geq 2000$	≤ 9.10	≤ 0.685
I 类	$1200 \leq D < 2000$	≤ 9.45	≤ 0.715
II 类	$600 \leq D < 1200$	≤ 10.15	≤ 0.820
III 类	$150 \leq D < 600$	≤ 11.75	≤ 0.895

表 2 新建垃圾焚烧厂供电能耗基础值限额等级

类别	处理能力 D (t/d)	供电能耗先进值的基础值 [kgce/(kW·h)]
特大类	$D \geq 2000$	≤ 0.650
I 类	$1200 \leq D < 2000$	≤ 0.685
II 类	$600 \leq D < 1200$	≤ 0.805
III 类	$150 \leq D < 600$	≤ 0.870