



中华人民共和国国家标准

GB/T 36160.1—2018

分布式冷热电能源系统技术条件 第 1 部分：制冷和供热单元

Technical specification for distributed energy system of combined cooling,
heating and power—Part 1: Refrigeration and heating subsystem

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

GB/T 36160《分布式冷热电能源系统技术条件》拟分为以下3个部分：

- 第1部分：制冷和供热单元；
- 第2部分：动力单元；
- 第3部分：储能单元。

本部分为GB/T 36160的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分由全国能量系统标准化技术委员会(SAC/TC 459)提出并归口。

本部分起草单位：中国建筑西北设计研究院有限公司、中国标准化研究院、清华大学、华东建筑设计研究院有限公司、中国中元国际工程有限公司、中国中建设计集团有限公司、华南理工大学建筑设计研究院、北京市建筑设计研究院有限公司、中国建筑上海设计研究院有限公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司、北方工程设计研究院有限公司、中国科学院工程热物理研究所、建设综合勘察研究设计院有限公司、荏原冷热系统(中国)有限公司、远大空调有限公司、杭州源牌科技股份有限公司。

本部分主要起草人：周敏、成建宏、王娟芳、魏庆芄、叶大法、李著萱、满孝新、王钊、张杰、赵鉴、樊涛、刘强、刘猛、隋军、崔俊奎、赵冉、杨光耀、张贝维、刘月琴。

分布式冷热电能源系统技术条件

第1部分：制冷和供热单元

1 范围

GB/T 36160 的本部分规定了以气体或者液体燃料为主的分布式冷热电能源系统制冷和供热单元的分类组成、评价指标、系统配置要求、运行优化及管理。

本部分适用于采用气体或者液体燃料为一次能源的分布式冷热电能源系统，制冷和供热单元的选型、设计优化和运行管理。其中，楼宇分布式供能站原动机单机容量小于或等于 10 MW；区域分布式供能站原动机单机容量小于或等于 25 MW。

本部分所用评价指标以燃气为主，液体燃料在相同技术条件下可参照执行。评价指标中不包括补充冷热设备输出的能量和辅助系统消耗的能量。

本部分不适用于已投入运行的分布式冷热电能源系统的测试统计评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡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 1576 工业锅炉水质
- GB/T 2589 综合能耗计算通则
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB/T 18362 直燃型溴化锂吸收式冷(温)水机组
- GB/T 18431 蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组
- GB/T 29044 采暖空调系统水质
- GB/T 30577 燃气-蒸汽联合循环余热锅炉技术条件
- GB/T 33757.1 分布式冷热电能源系统的节能率 第1部分：化石能源驱动系统
- GB/T 36160.2 分布式冷热电能源系统技术条件 第2部分：动力单元
- GB/T 34620 第一类溴化锂吸收式热泵机组
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50041 锅炉房设计规范
- GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB/T 50155 供暖通风与空气调节术语标准
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 51131 燃气冷热电联供工程技术规范
- DL/T 5508 燃气分布式供能站设计规范
- JGJ 158 蓄能空调工程技术规程

JG/T 299 供冷供热用蓄能设备技术条件

TSG G0001 锅炉安全技术监察规程

3 术语和定义

GB 51131、GB/T 50155、GB/T 33757.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分布式供能站 distributed energy station

设置冷热电联供能源系统设备和相关附属设施的区域或场所。

3.2

楼宇分布式供能站 building distributed energy station

布置在建筑物楼宇内或贴近楼宇,为一个用户提供冷热电负荷的分布式供能站。

3.3

区域分布式供能站 district distributed energy station

布置在建筑楼宇内或外,独立于用户并靠近用户,为一个区域内的多个用户提供冷热电负荷的分布式供能站。

3.4

原动机 prime mover

分布式冷热电能源系统中,直接由一次能源驱动发电机,并产生余热的动力机械。

3.5

发电机组 generator set

由原动机、发电机以及辅助设备等组成的发电装置。

3.6

余热 exhaust heat

原动机冷却水热量及排烟热量。

3.7

余热利用设备 exhaust-heat recovery equipment

直接利用原动机余热和利用余热锅炉产生的蒸汽或热水为热源的能源转换设备,包括余热锅炉、余热吸收式冷(温)水机组、余热换热器、烟气冷凝器、余热吸收式热泵等。

3.8

余热锅炉 exhaust-heat recovery boiler

利用原动机的排烟热能,产生蒸汽或热水的设备。

3.9

补燃型余热锅炉 supplementary-fired exhaust-heat boiler

带有燃烧器的余热锅炉。

3.10

余热吸收式冷(温)水机组 exhaustheat absorption water chillers(heater)

利用原动机余热进行制冷、供热的机组。包括蒸汽型、热水型冷水机组以及烟气型、烟气热水型冷(温)水机组。

3.11

补燃型余热吸收式冷(温)水机组 supplementary-fired exhaust-heat absorption water chillers(heater)

除利用余热外,还带有燃烧器,可通过直接燃烧气体或者液体燃料制冷、供热的余热吸收式冷(温)

水机组。

3.12

余热换热器 exhaust-heat recovery exchanger

回收原动机冷却水和排烟余热的换热器,包括烟气-水、蒸汽-水、水-水换热器。

3.13

烟气冷凝器 exhaust gas condensing economizer

利用温度较低的水或空气冷却烟气,实现烟气温度降低,充分回收烟气中显热和潜热的装置。

3.14

第一类吸收式热泵 type I absorption heat pump

依靠少量高温热源驱动,实现将热量从低温热源向中温热源转移,产生大量中温有用热能的设备,也称增热型热泵,以下简称“吸收式热泵”。

3.15

蓄能装置 energy storage device

由蓄能设备(如蓄冰槽、蓄冰罐、蓄水槽等)及附属阀门、配管、传感器等相关附件组成的蓄存冷量或热量的装置。

3.16

能源综合利用率 energy utilization ratio

分布式冷热电能源系统输出电量、热(冷)量之和与消耗气体或液体燃料输入热量的百分比。

3.17

余热利用率 exhaust-heat utilization ratio

发电余热中用于供热和制冷的热量与可利用热量的百分比。

3.18

节能率 energy saving ratio

供应相同的电量、热(冷)量,分布式冷热电能源系统与常规供能方式相比减少消耗能量的百分比。

4 分类与组成

4.1 分类

4.1.1 分布式冷热电能源系统制冷和供热单元,是指利用原动机余热通过各种余热利用设备产生蒸汽、热水或冷水,提供供暖、制冷、生活热水等需求。

4.1.2 分布式冷热电能源系统制冷和供热单元包括:余热利用系统、辅助系统(烟气系统、排热和给水系统)、控制和监测系统;主要设备包括:余热锅炉、余热吸收式冷(温)水机组、余热换热器、蓄能装置以及辅助设施。

4.1.3 分布式冷热电能源系统主要设备应设置于分布式供能站内,分布式供能站按照功能和规模分为:

- a) 楼宇分布式供能站;
- b) 区域分布式供能站。

4.1.4 分布式冷热电能源系统制冷和供热单元按照原动机不同分为:

- a) 燃气轮机型;
- b) 微型燃气轮机型;
- c) 往复式内燃机型。

4.1.5 分布式冷热电能源系统余热输入、输出类型和参数以及余热利用形式,参见附录 A。

4.2 组成

4.2.1 燃气轮机型制冷和供热单元的设备及系统配置如下：

- a) 系统余热为原动机排烟热量。
- b) 直接余热利用设备主要包括：余热锅炉、烟气型吸收式冷(温)水机组、烟气型吸收式热泵、烟气-水换热器。
- c) 间接余热利用设备主要包括：蒸汽型吸收式冷水机组、热水型吸收式冷水机组、蒸汽型吸收式热泵、水-水换热器等，其热源为余热锅炉产生的蒸汽或热水以及余热换热器产生的热水。
- d 系统典型配置：
 - 1) 配置 1：余热锅炉形式的直接余热利用系统，参见图 B.1；
 - 2) 配置 2：烟气型吸收式机组形式的直接余热利用系统，参见图 B.2；
 - 3) 配置 3：烟气-水换热器形式的直接余热利用系统，参见图 B.3；
 - 4) 配置 4：燃气-蒸汽联合循环形式的间接余热利用系统，参见图 B.4。

4.2.2 微型燃气轮机型制冷和供热单元的设备及系统配置如下：

- a) 微型燃气轮机型制冷和供热单元利用余热形式、系统组成以及配置同燃气轮机型。
- b) 微型燃气轮机排烟温度适宜时，应优先采用烟气型吸收式冷(温)水机组。

4.2.3 往复式内燃机型制冷和供热单元的设备及系统配置如下：

- a) 系统余热为原动机排烟热量和冷却水热量，冷却水主要有缸套水、中冷水、润滑油冷却水三种形式。
- b) 直接余热利用设备主要有以下三种形式：
 - 1) 排烟余热利用形式：余热锅炉、烟气型吸收式冷(温)水机组、烟气-水换热器；
 - 2) 冷却水余热利用形式：热水型吸收式冷水机组、水-水换热器；
 - 3) 排烟-冷却水综合余热利用形式：烟气热水型吸收式冷(温)水机组。
- c) 系统典型配置：
 - 1) 配置 1：排烟-冷却水综合余热利用形式，参见图 C.1；
 - 2) 配置 2：排烟和冷却水独立余热利用形式，参见图 C.2。

5 评价指标

5.1 分布式冷热电能源系统年平均余热利用率应大于 80%，并按式(1)计算：

$$\nu_1 = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_3 + Q_4} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ν_1 ——年平均余热利用率，用百分数表示(%)；
- Q_1 ——年余热供热总量，单位为兆焦(MJ)；
- Q_2 ——年余热制冷总量，单位为兆焦(MJ)；
- Q_3 ——排烟温度降至 120℃时烟气可利用的热量(全年)，单位为兆焦(MJ)；
- Q_4 ——温度大于或等于 75℃冷却水可利用的热量(全年)，单位为兆焦(MJ)。

5.2 分布式冷热电能源系统年平均能源综合利用率应大于 70%，并按式(2)计算：

$$\nu = \frac{3.6W + Q_1 + Q_2}{B \times Q_L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- ν ——年平均能源综合利用率，用百分数表示(%)；

- W——年净输出电量,单位为千瓦时(kWh);
- Q₁——年余热供热总量,单位为兆焦(MJ);
- Q₂——年余热制冷总量,单位为兆焦(MJ);
- B——年燃气总耗量,单位为立方米(m³);
- Q_L——燃气低位发热量,单位为兆焦每立方米(MJ/m³)。

5.3 分布式冷热电能源系统发电设备设计最大利用小时数应大于 2 000 h,并按式(3)计算:

$$n = \frac{W_{\text{year}}}{\text{Cap}_e} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- n——发电设备设计最大利用小时数,单位为小时(h);
- W_{year}——发电设备全年发电总量,单位为千瓦时(kWh);
- Cap_e——所有发电设备的总装机容量,单位为千瓦(kW)。

5.4 分布式冷热电能源系统节能率应按 5.5 取值,并按式(4)、式(5)计算:

$$\gamma = \left[1 - \frac{B \times Q_L}{\frac{3.6W}{\eta_{eo}} + \frac{Q_1}{\eta_0} + \frac{Q_2}{\eta_{eo} \times \text{COP}_0}} \right] \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

$$\eta_{eo} = 122.9 \times \frac{1 - \theta}{M} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- γ——节能率,用百分数表示(%);
- B——年燃气总耗量,单位为立方米(m³);
- Q_L——燃气低位发热量,单位为兆焦每立方米(MJ/m³);
- W——年净输出电量,单位为千瓦时(kWh);
- Q₁——年余热供热总量,单位为兆焦(MJ);
- Q₂——年余热制冷总量,单位为兆焦(MJ);
- η_{eo}——常规供电方式的平均供电效率,用百分数表示(%);
- η₀——常规供热方式的燃气锅炉平均热效率,用百分数表示(%),可按 GB 50189 取值;
- COP₀——常规制冷方式的电制冷平均性能系数,可按 GB 50189 取值;
- 122.9——计算系数,单位为克每千瓦时(g/kWh),取自 GB/T 2589;
- M——电厂供电标准煤耗,单位为克每千瓦时(g/kWh),可取上一年全国统计数据;
- θ——供电线路损失率,可取上一年全国统计数据。

5.5 分布式冷热电能源系统节能率应符合表 1 规定。

表 1 分布式冷热电能源系统节能率

系统发电规模/MW	>15	1~15	<1
既有分布式冷热电能源系统的节能率限定值/%	11	8	5
新建分布式冷热电能源系统的节能率准入值%	21	18	15
分布式冷热电能源系统的节能率先进值/%	29	26	23

5.6 分布式冷热电能源系统供热工况下的节能率应按式(6)、式(7)计算:

$$\gamma_h = \frac{\eta_e/\eta_{eo} + \eta_h/\eta_o - 1}{\eta_e/\eta_{eo} + \eta_h/\eta_o} = 1 - \frac{1}{\eta_e/\eta_{eo} + \eta_h/\eta_o} \dots\dots\dots (6)$$

$$\eta_h = \nu - \eta_e \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- γ_h —— 供热节能率,用百分数表示(%)；
- η_e —— 分布式冷热电能源系统供电效率,用百分数表示(%)；
- η_h —— 供热效率,用百分数表示(%)。

5.7 分布式冷热电能源系统制冷工况下的节能率应按式(8)、式(9)计算：

$$\gamma_c = \frac{\eta/\eta_{eo} - 1}{\eta/\eta_{eo}} = 1 - \frac{\eta_{eo}}{\eta} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\eta = \eta_e + \eta_h \frac{COP_a}{COP_0} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- γ_c —— 制冷节能率,用百分数表示(%)；
- η —— 等效发电效率,用百分数表示(%)；
- COP_a —— 余热吸收式冷水机组的平均性能系数,可按 GB/T 18431 取值；
- COP_0 —— 常规制冷方式的电制冷平均性能系数,可按 GB 50189 取值。

6 分布式冷热电能源系统设计原则

6.1 分布式冷热电能源系统设计原则：以冷热定电,兼顾冷热电平衡；电量以自发自用为主,余热利用最大化；设备配置和运行模式应技术经济合理。

6.2 分布式供能站设计应符合 GB 50016、GB 50041、GB 50028、GB 51131、DL/T 5508 等有关规定,其中,楼宇分布式供能站中的原动机单机容量应不大于 10 MW；区域分布式供能站中的原动机单机容量应不大于 25 MW。

6.3 分布式冷热电能源系统设计冷、热、电负荷应优先采用或参考实测,其次通过计算获得；冷、热负荷应包括建筑和工艺负荷。

6.4 分布式冷热电能源系统的技术经济分析,应根据逐时负荷和运行模式计算全年制冷量、供热量、供电量以及耗电量、燃料耗量。

6.5 分布式冷热电能源系统应优先利用余热进行制冷、供热,当余热不能满足冷热负荷时,应配置冷热能供应补充设备。补充设备可采用压缩式冷水机组、热泵、锅炉、吸收式冷(温)水机组等,并宜采用蓄冷、蓄热装置。

7 余热利用及辅助系统

7.1 余热利用系统

7.1.1 余热利用设计应符合下列原则：

- a) 余热利用应做到温度对口、梯级利用；
- b) 余热利用形式应根据项目的负荷特点和原动机余热参数,经技术经济比较后确定；
- c) 当热(冷)负荷波动或需求时间与发电时间不一致时,宜设置蓄热(冷)装置。

7.1.2 余热利用可采用下列形式：

- a) 原动机余热直接进入余热吸收式冷(温)水机制冷、供热；
- b) 原动机余热经余热锅炉或换热器产生蒸汽或热水间接制冷、供热；
- c) 原动机各部分余热分别利用,烟气可进入余热吸收式冷(温)水机制冷、供热；冷却水可进入换热器或热泵供热水；

d) 低温余热利用宜采用热泵机组。

7.1.3 余热锅炉和余热吸收式冷(温)水机的排烟宜配置烟气热回收装置,利用后的排烟温度应低于 120℃。

7.1.4 在往复式内燃机冷却水余热利用系统中,余热利用设备出口温度宜低于 75℃,且应满足原动机对冷却水回水温度的要求。

7.1.5 分布式冷热电能源系统应根据介质设计要求和运行参数,采取防止腐蚀的措施。对于余热利用系统排烟温度低于露点时,相应的烟气侧应采用耐腐蚀材质。

7.1.6 原动机排烟和冷却水系统上应设自动调节装置。

7.1.7 余热利用系统中自动调节阀的调节特性应满足原动机和余热利用设备的要求,自动调节阀应采取安全环境下的余热利用设备优先控制策略。

7.2 烟气系统

7.2.1 烟气系统的烟道和烟囱设置应根据原动机和余热利用设备的形式及布置方式确定,设置位置、高度应符合 GB 13271 和 GB 50028 的有关规定;烟道和烟囱应采用钢制或钢筋混凝土构筑。

7.2.2 烟气系统应进行水力计算,并应校核原动机排气背压,满足机组正常工作要求;当不满足要求时,应配置相应辅助设备。

7.2.3 分布式冷热电能源系统应独立设置烟气系统;发电机组间宜分设烟道,当合用烟道时,应采取防止烟气相互影响和出现倒流的措施,且烟气不得流向停止运行的设备。

7.2.4 烟气系统应根据负荷和系统运行特点,合理设置余热利用设备的烟道旁通装置。

7.2.5 用气设备和余热利用设备的烟道上以及容易集聚烟气处应装设泄爆装置,泄爆装置泄压口应设在安全处。

7.2.6 烟道、烟囱的低点处应设置雨水和烟气凝结水收集与排水设施。

7.3 排热和给水系统

7.3.1 余热利用系统应设置排热装置。

7.3.2 原动机冷却水排热装置可采用水冷或风冷方式,冷却水处理应符合 GB 50050 的有关规定,严寒和寒冷地区应对排热装置采取防冻措施。

7.3.3 余热利用水系统的工作压力不应高于设备承压能力,水质应符合设备的要求。

7.3.4 空调冷热水系统、冷却水系统、补给水系统的配置应符合 GB 50736、GB 50019 以及 GB/T 29044 的有关规定。

7.3.5 余热锅炉系统的给水设备及水处理应符合 GB 50041 和 GB/T 1576 的有关规定。

8 余热利用设备

8.1 一般规定

8.1.1 余热利用设备的能效等级应满足国家现行有关标准的要求。

8.1.2 原动机与余热利用设备宜采用一一对应配置;对于单机容量较小的微型燃气轮机发电机组,可采用多对一形式,且发电机组宜选用相同型号的模块化组合。

8.1.3 余热利用设备应根据原动机余热参数(参见附录 A)确定,温度高于 120℃ 的烟气热量和温度高于 75℃ 的冷却水热量应进行余热利用。

8.1.4 当用户负荷主要为制冷、供热负荷时,余热利用设备宜采用吸收式冷(温)水机组;当用户负荷主要为蒸汽或热水负荷时,余热利用设备宜采用余热锅炉和换热器。

8.1.5 余热锅炉和余热吸收式冷(温)水机应优先利用余热,当不能满足负荷需求时,宜配置补燃装置,

燃气轮机余热利用设备的补燃宜采用烟道式补燃方式。

8.1.6 蒸汽轮机形式的分布式冷热电能源系统,宜采用余热锅炉的低压蒸汽或汽轮机抽/排汽进行制冷、供热。

8.1.7 发电机组、冷(温)水机组、换热器等设备水系统入口处,应按设备精度要求设置过滤装置。

8.1.8 原动机和补燃装置应依据项目地区的环保排放标准进行设备选型。

8.2 余热锅炉

8.2.1 余热锅炉的选型和技术要求应符合 GB/T 30577 和 TSG G0001 的有关规定。

8.2.2 余热锅炉的形式、台数以及容量应按照以下原则确定:

- a) 原动机和余热锅炉宜采用一一对应的配置方式;
- b) 余热锅炉循环方式、布置形式以及压力等级应依据项目情况,并经技术经济分析后确定;
- c) 余热锅炉容量应与原动机排烟特性相匹配。

8.2.3 余热锅炉的额定参数应按照以下原则确定:

- a) 余热锅炉的额定工况应与原动机年平均气象工况的排气参数相匹配,并处于最佳效率范围,并应校核最热月和最冷月环境下的热量、温度、压力以及效率;
- b) 余热锅炉蒸汽参数应综合考虑汽轮机的进汽参数和用户用汽参数,并经技术分析后确定。

8.3 余热吸收式冷(温)水机组

8.3.1 余热吸收式冷(温)水机组的参数和性能应符合 GB/T 18431 和 GB/T 18362 的有关规定。

8.3.2 选用余热吸收式冷(温)水机组时,余热参数宜满足:

- a) 烟气型吸收式冷(温)水机组双效型烟气温度 $\geq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,单效型烟气温度 $\geq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$;烟气热水型双效吸收式冷(温)水机组烟气温度 $\geq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,热水温度 $\geq 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 蒸汽型吸收式冷水机组双效型蒸汽压力 $\geq 0.4\text{ MPa}$,单效型蒸汽压力 $\geq 0.1\text{ MPa}$;其中,蒸汽温度 $\leq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,蒸汽过热度 $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c) 热水型吸收式冷水机组双效型热水温度 $\geq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$,单效型热水温度 $\geq 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.3.3 余热吸收式冷(温)水机组的制冷、供热量的匹配应符合 GB 50736 的规定。

8.3.4 烟气热水型吸收式机组制冷额定综合性能系数应按式(10)、式(11)计算:

$$\text{COP}_{\text{yr}} = \frac{\text{COP}_y \times q_3 + \text{COP}_r \times q_4 + \text{COP}_z \times B_1 \times Q_L \times 1\ 000}{Q_5 + B_1 \times Q_L \times 1\ 000 + P} \dots\dots\dots(10)$$

或
$$\text{COP}_{\text{yr}} = \text{COP}_y \times x + \text{COP}_r \times y + \text{COP}_z \times z \dots\dots\dots(11)$$

式中:

COP_{yr} ——烟气热水型吸收式机组制冷额定综合性能系数;

COP_y ——烟气发生器性能系数;

COP_r ——热水发生器性能系数;

COP_z ——补燃发生器性能系数;

q_3 ——排烟温度降至 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时可利用的热量,单位为千瓦(kW);

q_4 ——温度大于或等于 $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷却水可利用的热量,单位为千瓦(kW);

B_1 ——补燃燃气耗量,单位为立方米每秒(m^3/s);

Q_L ——燃气低位发热量,单位为兆焦每立方米(MJ/m^3);

Q_5 ——驱动热源输入热量,单位为千瓦(kW);

P ——消耗电功率,单位为千瓦(kW);

x ——烟气热量占热源消耗量比例,用百分数表示(%);

y ——发电机冷却水热量占热源消耗量比例,用百分数表示(%);

ξ ——燃气热量占热源消耗量比例,用百分数表示(%)。

8.4 余热吸收式热泵机组

8.4.1 余热吸收式热泵机组的参数和性能应符合 GB/T 34620 的有关规定。

8.4.2 选用余热吸收式热泵机组时,余热参数宜满足:

- a) 烟气型吸收式热泵机组双效型烟气温度 $\geq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,单效型烟气温度 $\geq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 蒸汽型吸收式热泵机组双效型蒸汽压力 $\geq 0.4\text{ MPa}$,单效型蒸汽压力 $\geq 0.2\text{ MPa}$;其中,蒸汽温度 $\leq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,蒸汽过热度 $\leq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.4.3 余热吸收式热泵机组进行烟气全热回收时,应配置烟气冷凝器,烟气出口温度宜 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.4.4 余热吸收式热泵机组的技术参数,应按用户使用参数和热泵的性能合理选择。

8.5 余热换热器

8.5.1 余热换热器有以下几种形式:

- a) 回收原动机冷却水余热的水-水换热器;
- b) 回收原动机排烟余热的烟气-水换热器;
- c) 回收低温烟气余热的烟气冷凝器;
- d) 采用余热锅炉蒸汽的汽-水换热器。

8.5.2 余热换热器可采用管翅式、壳管式、板式、螺旋板式等多种结构形式。

8.5.3 烟气冷凝器设计选用原则如下:

- a) 烟气冷凝器烟气侧和水侧的温度参数,应根据用户使用需求确定;烟气冷凝器烟气侧进口的温度 $\leq 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,烟气侧出口温度 $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 烟气冷凝器宜选用板式或管翅式气-水换热器。
- c) 烟气冷凝器水侧余热宜优先用于各式热泵低温热源和加热生活热水补水,其次用于制取生活热水,无以上需求时则用于制取中、高温供暖热水。

8.5.4 烟气冷凝器换热量计算按照式(12):

$$Q_6 = Q_7 + Q_8 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

Q_6 ——烟气冷凝器换热量,单位为千瓦(kW);

Q_7 ——烟气温度从 T_1 降至 T_2 时显热热量,单位为千瓦(kW);

Q_8 ——烟气温度从 T_1 降至 T_2 时潜热热量,单位为千瓦(kW);

T_1 ——烟气冷凝器烟气进口温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$),根据余热吸收式机组烟气出口温度确定;

T_2 ——烟气冷凝器烟气出口温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$),根据排烟需求温度确定。

8.6 蓄能装置

8.6.1 为保证用户冷、热、电使用平衡,同时提高余热利用率和利用廉价谷电,分布式冷热电联供系统宜设置蓄能装置。

8.6.2 蓄能装置的选型和技术要求应符合 JGJ 158 和 JG/T 299 的有关规定。

8.6.3 分布式冷热电联供系统中应优先选用水蓄能形式,其次选用相变蓄冷或蓄热形式;蓄能系统宜采用冷、热兼备。

9 监测与控制

9.1 分布式冷热电能源系统的监测与控制应符合 GB 50028 和 GB 51131 的有关规定。

9.2 分布式冷热电能源系统的各供、需能源环节应设置计量监测装置,同时应在燃料、烟气、热水、冷水以及冷却水等系统设置计量,计量仪器(表)宜具有数据远传功能。

9.3 能耗监测系统应具备以下功能和要求:

- a) 对消耗的燃量(包括补燃)和电量、余热利用的水(气)温度和流量以及输出的电量和冷热量,进行监测、计量与分析。
- b) 对主要设备的能效进行监测,应包括且不限于原动机的发电效率和制冷、供热设备的能效。
- c) 对分布式冷热电能源系统的评价指标进行监测与分析,评价指标应主要包括能源综合利用率、余热利用率、节能率、发电设备最大利用小时数。
- d) 对能源成本与运行费用进行实时计算与分析。

9.4 分布式冷热电能源系统的主要设备应配备完善的控制系统,控制系统应能实现不同季节和不同工况下的节能优化控制策略与功能,应满足冷热电能量供应与需求的平衡和能源的高效利用。

9.5 分布式冷热电能源系统的发电机组应根据冷、热、电负荷的变化,适时调整发电功率。

9.6 当发电量与余热需求量不同步时,应通过控制系统自动切换工况,进行系统合理储能。

9.7 当余热利用设备部分负荷或停止运行时,控制系统应具备自动保护和调节功能,将余热利用系统的烟气旁通或缸套水切换至外设冷却装置。

9.8 分布式冷热电能源系统的主要运行数据和记录保存应不少于5年。

10 运行管理

10.1 分布式冷热电能源系统的运行应符合 GB 51131 的有关规定;运行前期应预先设计一种或几种运行模式,运行模式的选择应考虑系统的安全稳定、节能环保、经济简便等因素。

10.2 为充分利用余热,余热利用系统的运行应按下列顺序利用热能:

- a) 烟气热量;
- b) 缸套水热量;
- c) 补充热量;
- d) 发电机中冷水。

10.3 分布式冷热电能源系统运行中,应依据一次能源和用户需求及时对运行模式进行优化;优化应综合考虑以下因素:

- a) 原运行模式中存在的缺陷;
- b) 用户端实际冷、热、电负荷;
- c) 设备的运行特点、实际效率以及耗能;
- d) 节能环保政策法规的变化;
- e) 能源价格的变化;
- f) 系统综合经济效益;
- g) 系统操作的简化。

10.4 分布式冷热电能源系统启动前应对燃气系统、通风系统、汽水系统、烟气系统、润滑油系统、冷却系统、电气系统、控制系统、消防系统、余热利用系统等进行检查,全部合格后方可启动。检查项目应包括下列主要内容:

- a) 水、电、气等外部市政条件满足启动要求;
- b) 各系统中的设备、管道及附件完好,转动灵活;
- c) 用于润滑或冷却的油、液应满足使用要求;
- d) 阀门和仪表处于复位状态或启动位置;
- e) 燃气系统、发电系统、高压电气系统等重要或涉及安全运行的系统,应有操作票。

10.5 分布式冷热电能源系统应按下列顺序启动：

- a) 配电系统；
- b) 通风系统；
- c) 燃气系统；
- d) 汽水系统；
- e) 烟气系统；
- f) 润滑油系统、冷却系统；
- g) 发电机组；
- h) 电力并网；
- i) 余热利用系统。

10.6 发电机组运行应符合 GB/T 36160.2(动力单元)的有关规定,余热吸收式冷(温)水机组的运行应符合下列规定：

- a) 设备真空度应达到规定值；
- b) 溶液应定期进行取样分析,当不符合要求时应进行调整；
- c) 水质管理应按设备技术手册执行；
- d) 值班人员应掌握设备的应急情况处理,不得发生冻管、结晶等设备事故；
- e) 设备可采用无人值守管理方式,但应定期进行巡视,巡视间隔不大于 24 h。

10.7 利用烟气余热的设备应能安全接受烟气余热,当余热利用设备停止运行时,烟气应能经旁通直接排放。当烟气余热总量超过余热利用设备的正常需求,应自动或手动调节烟气进入设备的流量。



附录 A
(资料性附录)

余热利用系统输入和输出典型参数

余热利用系统输入和输出典型参数见表 A.1。

表 A.1 余热利用系统输入和输出典型参数

输入:发动机组					
原动机形式	烟气温度/℃	冷却水温度/℃	可利用的余热形式		
往复式内燃机	550~350	120~80(高温) 40~50(中温)	排烟、冷却水		
燃气轮机	650~450	—	排烟		
微型燃气轮机	300~200	—	排烟		
输出:余热(直接)利用设备					
余热利用形式	利用烟气温度 ℃	烟气排放温度 ℃	利用冷却水温度 ℃	冷却水排放温度 ℃	场所
烟气型吸收式 冷(温)水机	≥300(双效)	≤120	—	—	制冷/供暖 生活热水
	≥200(单效)				
烟气热水型吸收 式冷(温)水机	≥300(双效)	≤120	≥75	满足原动机对 回水温度的要求	制冷/供暖 生活热水
烟气型吸收 式热泵机	≥300(双效)	≤120(制冷)	—	—	制冷/供暖 生活热水
	≥250(单效)	≥30(制热)			
热水型吸收 式制冷机	—	—	≥150(双效)	≤75	制冷
			≥90(单效)		
烟气换热器 (显热)	≤300	≤120	—	—	≤100℃热水
烟气冷凝器 (全热)	≤200	≥30	—	—	吸收式热泵 供暖/生活热水
水-水换热器	—	—	≥60	—	供暖/生活热水
余热锅炉	≥450	≤120	—	—	联合循环 (4.0 MPa 蒸汽)
	≥195	≤120	—	—	供暖/生活热水 (1.4 MPa 蒸汽)
输出:余热(间接)利用设备					
蒸汽型吸收式 制冷机	蒸汽参数			场所	
	蒸汽压力/MPa		蒸汽温度/℃		
	≥0.4(双效)	≤200		制冷	
蒸汽型吸收式 热泵机	≥0.4(双效)	≤200		供暖/生活热水	
	≥0.2(单效)				
注:燃气温度 1 000℃~1 100℃。					

附录 B
(资料性附录)

典型燃气轮机(微燃机)能源系统制冷和供热单元配置示例

典型燃气轮机(微燃机)能源系统制冷和供热单元配置示例见图 B.1~图 B.4。

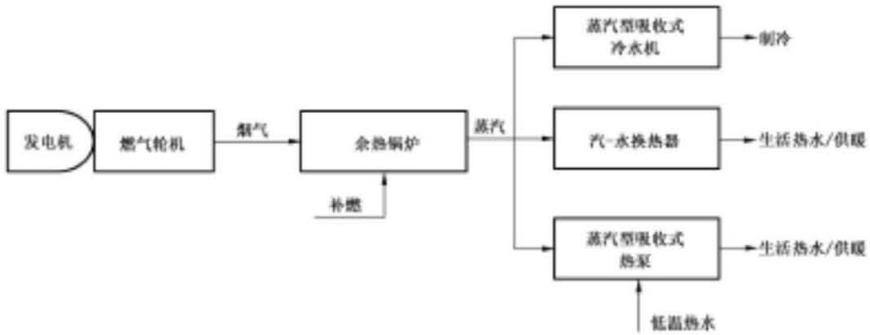


图 B.1 配置 1 余热锅炉形式的直接利用余热系统

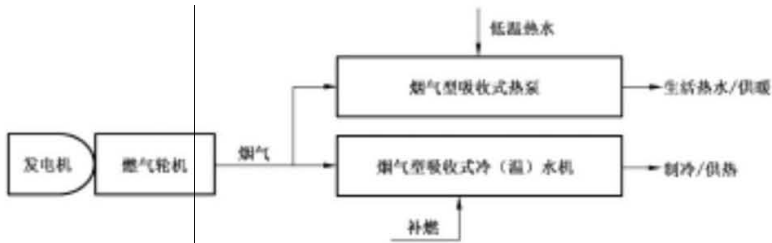


图 B.2 配置 2 烟气型吸收式机组形式的直接利用余热系统



图 B.3 配置 3 烟气-水换热器形式的直接利用余热系统

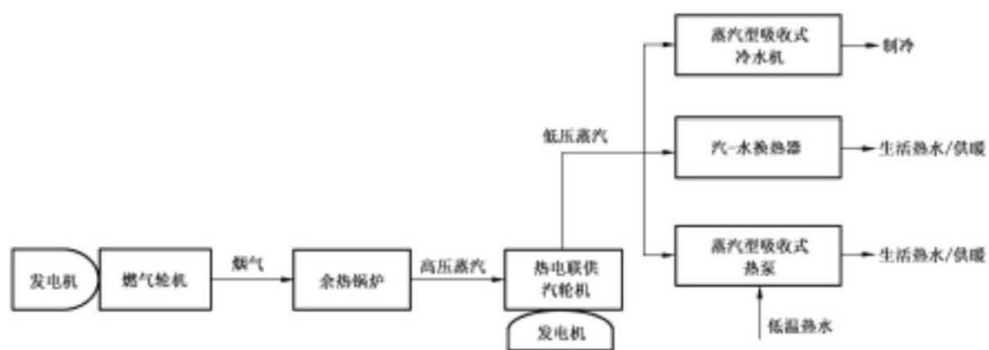


图 B.4 配置 4 燃气-蒸汽联合循环形式的间接利用余热系统



附录 C
(资料性附录)

典型往复式燃气内燃机能源系统制冷和供热配置示例

典型往复式燃气内燃机能源系统制冷和供热配置示例见图 C.1、图 C.2。



图 C.1 配置 1 排烟-冷却水综合余热利用形式

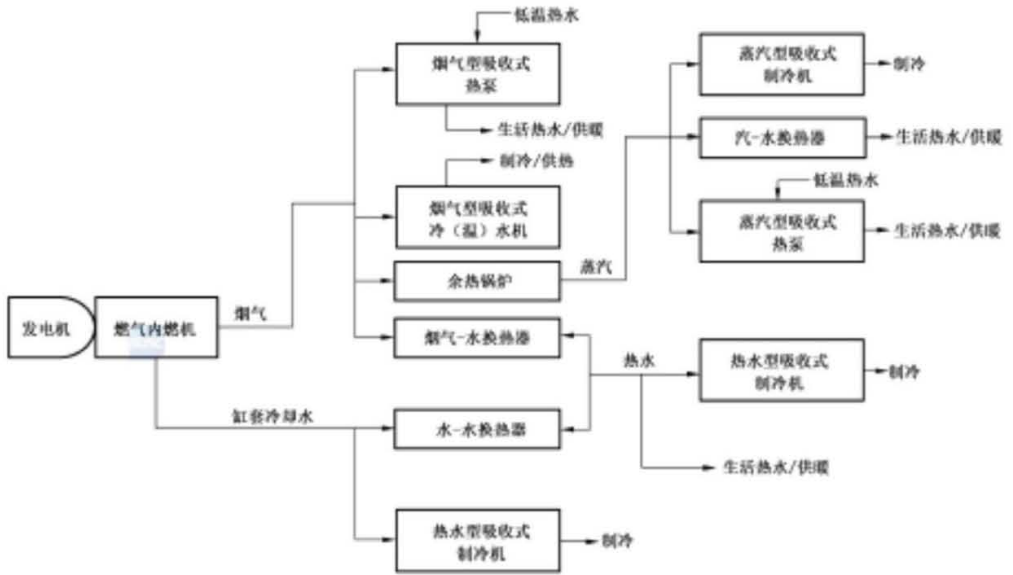


图 C.2 配置 2 排烟-冷却水独立余热利用形式