

中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z XXXXX—XXXX

多能源互补驱动分布式能源系统测试规程

Testing code for multi-energies hybrid driven distributed energy systems

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2026-08-27）

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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测试项目 2

5 测试准备 3

6 测试步骤 6

7 仪表和使用方法 7

8 性能计算 9

9 测试报告 12

附录 A（规范性） 测试数据记录表 14

附录 B（资料性） 多能源互补驱动分布式能源系统性能测试测点安装布置图 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。

本文件由全国能量系统标准化技术委员会(SAC/TC 459)提出并归口。

本文件起草单位：华电电力科学研究院有限公司、中国科学院工程热物理研究所、中国标准化研究院、浙江大学、西安交通大学、华电山东新能源有限公司、中国华电集团海南有限公司、中国华电集团有限公司山东分公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司、上海交通大学、上海理工大学、中国华电集团海南公司、西北电力设计院有限公司、中国电力科学研究院有限公司、清华大学深圳国际研究生院、浙江睿能电力检测有限公司、国源新能源科技（广东）有限公司、华东电力设计院有限公司

本文件主要起草人：谢玉荣、隋军、张海珍、冯乐军、刘猛、肖刚、樊涛、顾涛、王明祥、邵能灵、杨勇、迟军锋、李印实、黄维佳、邢涛、黄文焘、杨洁、祝培旺、郑晓冬、黄晶晶、任志刚、许银亮、俞铁铭、李洋、谢海、杜梦琦、章恺、秦振江、杨涛、孙培良、王军、蒯文彪、成建宏、栾翔宇、赵大周、阮慧锋、陶大泉、黄磊磊、黄嵘、李雨轩、解婷婷

多能源互补驱动分布式能源系统测试规程

1 范围

本文件规定了多能源互补驱动分布式能源设备及其系统的测试项目、测试准备、测试步骤、仪表和使用方法、性能计算及测试报告等内容。

本文件适用于多能源互补驱动分布式能源设备及其系统的性能测试。

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 2624.2 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量 第2部分: 孔板

GB/T 10863 烟道式余热锅炉热工试验方法

GB/T 10870 蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组性能试验方法

GB/T 11062 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 18345.1 燃气轮机 烟气排放 第1部分: 测量与评估

GB/T 18345.2 燃气轮机 烟气排放 第2部分: 排放的自动监测

GB/T 18604 用气体超声流量计测量天然气流量

GB/T 19022 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

GB/T 21404 内燃机 发动机功率的确定和测量方法 一般要求

GB/T 28686 燃气轮机热力性能试验

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 33757.2 分布式冷热电能源系统的节能率 第2部分: 多能源互补驱动系统

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

3 术语和定义

GB 33757 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多能源互补驱动分布式能源系统 multi-energies hybrid driven distributed energy systems

多能源互补驱动分布式冷热电能源系统 distributed energy systems of combined cooling, heating and power driven by multi-energies

临近用户而设置, 各类以化石能源、可再生能源和氢能驱动的发电, 并梯级利用、互补利用各类输入能源和系统发电余热联产冷和(或)热, 且就地向用户输出电、冷和/或热的能源系统。

[来源: GB/T 33757.2, 3.1]

3.2

综合能源利用率 comprehensive utilization ratio of energy

在统计周期内,多能源互补驱动分布式能源系统的净产电、产冷和产热的综合能源量相对于统计周期能耗的比值。

[来源:GB/T 33757.2, 3.6, 有修改]

3.3

节能率 energy saving rate

供应相同的电量、冷和(或)热量,多能源互补驱动分布式能源系统与常规供能方式相比减少消耗能量的百分比。

[来源:GB/T 33757.2, 3.5, 有修改]

3.4

可再生能源替代率 renewable energy substitution rate

统计周期内,可再生能源(如太阳能、风能等)的消费量或利用量,占全部能源总消费量或总利用量的比例。

3.5

基准温度 reference temperature

进出多能源互补驱动分布式能源系统及设备热平衡边界的物质热量起算点温度,基准温度宜参考设计值确定。

3.6

一类参数 primary measurement

用于计算测试结果的主要参数。

3.7

二类参数 secondary measurement

不用于计算测试结果,仅用于表征机组、设备运行状态的参数。

3.8

设备性能测试 equipment performance test

在测试约定工况条件下,测试人员使用仪器、仪表现场连续测量和采集一定数量的数据并以此进行相关设备性能参数计算的测试。

3.9

综合性能计算 comprehensive performance calculation

在实际运行工况条件下,测试人员现场收集一定时间段内的完整历史运行数据并以此进行相关综合性能参数计算。

4 测试项目

4.1 设备性能测试

4.1.1 新建多能源互补驱动分布式能源系统在完成试运行后,宜对主要设备进行设备性能测试,测试内容宜包括:

- a) 可再生能源(风电、光伏、生物质等)能源量;

- b) 动力设备（燃气轮机、燃气内燃机、汽轮机等）的发电效率；
- c) 余热锅炉热效率、出力，烟气侧压损；
- d) 吸收式/压缩式冷（温）水机组性能参数；
- e) 电解水制氢设备性能参数；
- f) 蓄能、调峰设备性能参数；
- g) 污染物排放浓度；
- h) 噪声值。

4.1.2 在役多能源互补驱动分布式能源系统的设备性能测试，可根据需要参照 4.1.1 选择测试内容。

4.2 综合性能计算

4.2.1 新建多能源互补驱动分布式能源系统在投产满一年后，宜进行综合性能计算，计算内容可包括：

- a) 综合能源利用率；
- b) 节能率；
- c) 可再生能源替代率。

4.2.2 在役多能源互补驱动分布式能源系统的综合性能计算，可根据需要参照 4.2.1 选择计算内容。

5 测试准备

5.1 人员

测试人员满足以下条件：

- a) 测试人员由熟悉本文件并有测试经验的人员组成；
- b) 测试过程人员不宜变动。

5.2 测试计划

测试开始前编制测试计划，测试计划的内容宜包括：测试对象、测试目的、测试边界的划分、测试项目、测试的组织和人员职责、测试准备、测试步骤、测试仪表型式与精度要求、测试的条件、测试数据的采集和资料的保管、报告的格式和内容等。

5.3 测试大纲

测试开始前编制测试大纲，测试大纲的内容宜包括：指导测试的技术准备、现场实施、数据处理、结果计算、结果修正、与保证值的比较方法等。

5.4 测试边界

5.4.1 设备性能测试项目以各设备的物理范围边界作为测试边界。

5.4.2 综合性能计算的边界见图 1，边界内设备包含可再生能源转换设备、动力设备、燃料制取/加工设备、余热利用设备、蓄能设备等。

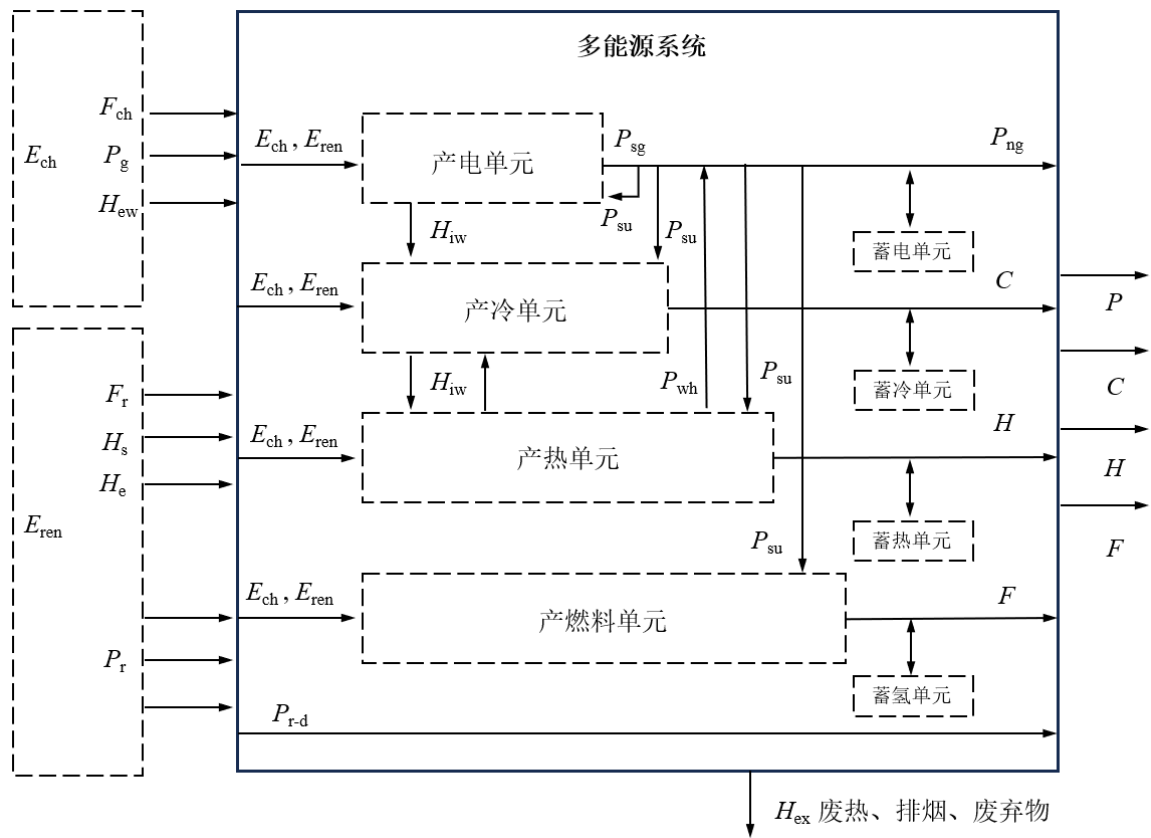


图 1 测试边界示意图

标引符号说明：

- | | |
|--------------------------|--|
| C ——产冷的能量量； | H_{iw} ——内部过程余热； |
| E_{ch} ——输入的化石能源能量量； | H_{ex} ——废热、排烟、废弃物； |
| E_{ren} ——输入的可再生能源能量量； | P ——多能源系统的输出电的能量量； |
| F_{ch} ——输入的化石燃料的能量量； | P_g ——输入的网电的能量量； |
| F_r ——输入的氢的能量量； | P_r ——输入的可再生电的能量量； |
| H ——产热的能量量； | P_{r-d} ——直接输出的可再生能源发电（风电、太阳能发电等）的能量量； |
| H_{ew} ——输入的外部工业余热； | P_{sg} ——自产电的能量量； |
| H_s ——输入的太阳能热能的能耗； | P_{su} ——自产自用电的能量量； |
| H_e ——输入的环境热； | P_{ng} ——净产电的能量量； |
| F ——产燃料的能量量； | P_{wh} ——余热产电的能量量； |

5.5 测量的量及允许偏差

5.5.1 多能源互补驱动分布式能源设备性能测试所需要测量的量由测试边界和保证值的要求共同决定，所需测量的量满足 GB/T 28686、GB/T 21404、GB/T 10863、GB/T 10870、GB/T 18345.1、GB/T 18345.2、GB 12348 相关规定。

5.5.2 多能源互补驱动分布式能源系统整体性能计算所需要统计的量包括：输入可再生能源能量量、输入燃料的能量量、产冷的能量量、产热的能量量、输出燃料的能量量、输出电量。

5.5.3 主要测量的量允许偏差见表 1。

表 1 主要测量的量及允许偏差

测量的量	最大允许偏差
电功率	$\pm 1.3\%$
燃料流量	$\pm 1.3\%$
蒸汽流量	$\pm 10\%$
蒸汽温度	$\pm 1\%$
蒸汽压力	$\pm 1\%$
烟气流量	$\pm 10\%$
烟气温度	$\pm 1\%$
烟气成分	$\pm 1\%$
热（冷）媒水流量	$\pm 1.5\%$
热（冷）媒水温度	$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
环境（空气）温度	$\pm 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$
噪声	$\pm 0.5\text{ dB}$

5.6 测试时间及次数

5.6.1 测试时间包括测试前状态稳定时间和测试持续时间。综合性能计算时间包括完整的供能季和过渡季。推荐的测试时间见表 2。

表 2 测试时间

测试项目	测试前状态稳定时间	测试持续时间
可再生能源转换设备	1 h	0.5h~2h
动力设备的发电效率	1 h	0.5h~2h
余热锅炉热效率、出力，烟气侧压损	1 h	2 h
吸收式冷（温）水机组性能系数	1 h	2 h
蓄能调峰设备性能系数	1 h	2 h
综合能源利用率、节能率、可再生能源替代率	统计周期（月、年）	

5.6.2 新建多能源互补驱动分布式能源设备性能测试宜进行多次重复测试。

6 测试步骤

6.1 运行测点复核

性能测试前，测试相关各方共同检查并熟悉所测设备及其辅助设备，确认不存在缺陷并调整至测试工况。

6.2 系统隔离

性能测试前，按照系统隔离清单进行隔离。

6.3 运行工况调整

行综合性能测试前，对所需运行数据的各运行监控仪器仪表进行检定，确保其在检定合格期内并满足 GB 17167、GB/T 19022 的规定。

6.4 预备性测试

6.4.1 设备性能测试宜进行预备性测试，并留有足够时间对测试结果进行计算，以审核实测数据的数量和质量，揭示存在的问题，最终进行调整并修改测试要求和测试设备。

6.4.2 预备性测试中发现问题，正式测试前予以解决。

6.5 测试开始

在开始测试之前，满足以下条件：

- a) 确认冷热电负荷满足测试期间稳定运行的要求；
- b) 确认主要设备运行状态及参数波动在表 1 的最大允许变动范围内；
- c) 数据采集仪器已经开始计入数据，测试人员就位且可开展测试并记录数据。

6.6 测试记录

6.6.1 设备性能测试，测试记录符合如下要求：

a) 设备的运行状况与规定条件的任何偏离和测试期间的任何调整，均做好记录，并注明发生的时间和见证人。

b) 测试数据均记录于专用标准化表格中，测试完成后各方签字确认。表格内容宜包括测试单位、测试设备、测试项目、测试工况、测量参数、测试起止时间、测试仪器、测量数据、记录人、校核人等。记录表格可参见附录 A。

c) 使用数据采集系统进行测试数据记录的，输出的电子数据表格宜包含 6.6.1 b) 规定的内容。

d) 设备性能测试所用参数数据采样频率宜半分钟一次。

6.6.2 综合性能计算，数据记录符合如下要求：

a) 运行测点复核的对比试验记录按 6.6.1 b) 的规定；

b) 宜使用机组分散式控制系统等自动采集和存储数据；

c) 测试期间机组及相关测点的运行情况应做好记录，记录内容宜包括系统启停时间、可再生能源输入起止时间、对外供电（热、冷）起止时间、机组非计划停运时间、相关测点数据采集传输故障和恢复时间等；

6.7 测试结束

测试结束时间由测试承担方确认运行工况及采集数据符合要求后确定。

7 仪表和使用方法

7.1 测试仪表精度

测试仪表精度应符合如下要求：

a) 设备性能测试中，一类参数满足一级精度要求，二类参数满足二级精度要求。一类参数的测量应使用专用仪器进行；二类参数的测量可采用运行表计，运行表计精度等级及安装标准应满足 GB 17167、GB/T 19022 的规定。

b) 综合性能测试中，一类参数、二类参数的测量均可采用运行表计，运行表计精度等级及安装标准应满足 GB 17167、GB/T 19022 的规定。

7.2 测点设计及安装

新建多能源互补驱动分布式能源系统，测试所需的引压管、温度套管、流量计管段和临时测试仪表的电气计量连接等应在设计阶段统一考虑，应满足 7.4~7.8 的技术要求，并在管道酸洗和（或）冲洗之后完成安装。

投运多年的多能源互补驱动分布式能源系统，明确现场可用测点、需补装或更换的测点，在机组停运期间完成安装。常规测点安装布置图见附录 B。

7.3 仪器、仪表检定及安装

测试用所有仪器、仪表均由有资质的计量检定部门检定并出具合格报告，并在有效期内。

性能测试前，测试人员检查仪器、仪表的工作状态以及现场汽水管路上测试用温度套管、引压管接头和风烟、燃气管路上测试用取样孔、取样接头等，并满足 7.4~7.8 的技术要求，确保仪表能正常安装并准确测量。

7.4 电功率测量

7.4.1 电功率测量装置

电功率测量可采用电能表，精度等级小于或等于 0.1。

7.4.2 电功率测量装置的安装

电功率测量装置安装符合如下要求：

- a) 发电机电功率、功率因数等参数应在靠近发电机出口 PT、CT 端子上进行测量；
- b) 电功率测量宜采用三线制或四线制接线方式测量；
- c) 仪表引线的布置不应产生电感应或其他类似原因而影响表计读数。
- d) 对于含可再生能源输入的系统，单独测量可再生能源电功率输入和输出量。

7.5 燃料热值测量

燃料热值测量符合如下要求：

a) 燃料的采样点尽可能靠近测试边界，宜在每台动力设备的燃料流量计量装置上游，燃料的取样应满足 GB/T 13609 的规定；

b) 建议采集至少两组样品，测试开始和结束时各采集一组，如果气体成分有波动，可在测试期间增加采样数；

c) 每组至少采集 3 个样品，一个用于实验室分析，并保留一个备用样品，保留备用样品直到实验室结果已经公布，并且测试相关各方均认可结果。测试分析的燃料特性值应根据每次试验前后采集的样品特性的平均值予以确定；

d) 燃料的低位热值按照 GB/T 11062 通过计算确定。

7.6 温度测量

7.6.1 温度测量装置

7.4.1.1 温度测量可采用电阻温度计、热电偶、热敏电阻等。

7.4.1.2 测量温度低于 93 °C，宜使用电阻温度计，测量温度高于 93 °C，宜使用热电偶。

7.6.2 水和蒸汽温度测量装置的安装

水和蒸汽温度测量装置安装符合如下要求：

a) 采用插入式温度套管，插入深度达到 1/3 管道内径。

b) 管道同一截面内宜安装两个温度套管，以使用互相独立的双重测点来测量温度。满足双重测量要求后，每根管道的温度宜取二者的算术平均值。

c) 温度元件插入套管后应采用弹簧拉紧，以保证元件顶部与套管底部紧密接触，暴露在外的套管应予以保温。

7.6.3 空气和烟气温度测量装置的安装

空气和烟气温度测量装置安装符合如下要求：

a) 在烟气管道上的测量孔，测量截面应选在直管段并远离弯头、膨胀节、变径、挡板及阀门等。

b) 截面积较大的管道应采用网格法测量。截面积较小的管道，同一截面内布设测点数量不应少于 2 个，两个测点宜安装在互成 90° 角的烟道径向上。

c) 做好温度元件与测孔内壁间空隙的密封。动力设备排烟温度、余热利用装置入口温度等高温段温度测量，应使用耐火材料密封，严禁使用棉布等易燃物密封。

7.7 压力测量

7.7.1 压力测量装置

压力测量宜使用电子式压力测量设备，在某些情况下，可使用满足准确度要求的静重计、气压计和其他测量设备。压力测量装置均宜采用 0.1 级精度压力变送器。

7.7.2 压力测量装置的使用方法

压力测量装置安装符合如下要求：

a) 取压孔应尽可能布置在远离任何干扰的直管段上，且与管道壁面垂直，内侧孔口边缘不应倒角且不应有毛刺，靠近测量部位的壁面应该平滑；

- b) 变送器宜安装在无振动、无脏物且无较大环境温度变化的地方；
- c) 真空度测量时，变送器安装时应使传压管线向上连续倾斜连接至测量仪表；
- d) 水和蒸汽管道静压测量，应对取压点和变送器之间的高度进行修正。

7.8 流量测量

7.8.1 流量测量装置

- 7.8.1.1 流量测量可采用孔板流量计、容积式流量计、涡流式流量计、超声波流量计等仪器。
- 7.8.1.2 流量测量宜满足 GB/T 2624.2、GB/T 18604 等相关规定。
- 7.8.1.3 内燃机缸套水、生活热水、冷冻水、余热锅炉给水及蒸汽等工质流量宜采用孔板流量计进行测量。
- 7.8.1.4 燃料的流量宜采用容积式流量计、涡流式流量计、超声波流量计，也可采用孔板等流量计进行测量。
- 7.8.1.5 动力设备的空气和排气流量宜采用基于动力设备能量平衡进行计算确定。

7.8.2 水和蒸汽流量测量装置的安装

水和蒸汽流量测量装置安装符合如下要求：

- a) 孔板装置应尽可能布置在远离任何干扰的直管段上；
- b) 宜采用在孔板引压管上安装三通和隔离阀的方式预留差压测点。

7.8.3 燃料流量测量装置的安装

燃料流量测量装置安装符合如下要求：

- a) 各单元机组动力设备燃料进气量应单独测量，测量装置应安装在单元机组动力设备燃料进口的直管段上；
- b) 对于含尘量较高的燃气应注意其含尘量对流量测量所产生的误差，此时宜用正排量容积式流量计测量流量。

8 性能计算

8.1 数据处理

测试数据和信息宜采用计算机技术及时准确地处理，在导出被测参数的真实值之前，根据测量装置或系统的状态，对读数的平均值做必要的修正，然后再换算为相应的被测物理量。

8.2 测试结果计算

8.2.1 光伏组件性能

光伏组件性能测试满足 GB/T 9535.2 的要求。

8.2.2 风力机组性能

风力机组性能测试满足 GB/T 18451.2 的要求。

8.2.3 逆变器性能

逆变器性能测试满足 NB/T 32032 的要求（来源 GB/T 37409）。

8.2.4 动力设备发电效率

燃气发电机组、汽轮机或燃气内燃机发电机组的发电效率按照公式（1）计算：

$$\eta_{engine} = \frac{Q_{E.engine}}{Q_{F.engine}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

η_{engine} ——发电效率；

$Q_{E.engine}$ ——单位时间输出的电量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{F.engine}$ ——单位时间输入的能量，单位为千瓦（kW）。

8.2.5 余热锅炉效率

余热锅炉效率按照公式（2）计算：

$$\eta_{hrsg} = \frac{Q_{HW.hrsg} - Q_{FW.hrsg}}{Q_{FG.hrsg}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η_{hrsg} ——余热锅炉效率；

$Q_{HW.hrsg}$ ——单位时间蒸汽（热水）带出的热量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{FW.hrsg}$ ——单位时间给水带入的热量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{FG.hrsg}$ ——单位时间烟气带入的热量，单位为千瓦（kW）。

8.2.6 余热锅炉烟气侧压降

余热锅炉烟气侧压降按照公式（3）计算：

$$\Delta p_{hrsg.fg} = (p_{hrsg.fg.static.in} - p_{hrsg.fg.static.out}) + (p_{hrsg.fg.dynamic.in} - p_{hrsg.fg.dynamic.out}) \quad \dots\dots (3)$$

式中：

$\Delta p_{hrsg.fg}$ ——烟气侧压降，单位为千帕（kPa）；

$p_{hrsg.fg.static.in}$ ——烟气侧入口静压，单位为千帕（kPa）；

$p_{hrsg.fg.static.out}$ ——烟气侧出口静压，单位为千帕（kPa）；

$p_{hrsg.fg.dynamic.in}$ ——烟气侧入口动压，单位为千帕（kPa）；

$p_{hrsg.fg.dynamic.out}$ ——烟气侧出口动压，单位为千帕（kPa）。

8.2.7 吸收式冷（温）水机组性能系数

吸收式冷（温）水机组性能系数按照公式（4）、公式（5）计算：

$$COP = \frac{Q_{C.ahp}}{Q_{FG.ahp} + Q_{HW.ahp} + Q_{E.ahp}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

或者

$$COP = \frac{Q_{H.ahp}}{Q_{FG.ahp} + Q_{HW.ahp} + Q_{E.ahp}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

COP ——性能系数；

$Q_{C.ahp}$ ——单位时间输出的冷量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{H.ahp}$ ——单位时间输出的热量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{FG.ahp}$ ——单位时间输入的烟气热量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{HW.ahp}$ ——单位时间输入的蒸汽（热水）热量，单位为千瓦（kW）；

$Q_{E.ahp}$ ——单位时间消耗的电量，单位为千瓦（kW）。

8.2.8 总供热（冷）量

统计周期内，机组总供热或供冷量按公式（6）、公式（7）计算：

$$Q_{total} = \sum_{n=1}^N Q_n \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$Q_n = [\bar{G}_{2,n} \times \bar{c}_{p,2,n}(\bar{t}_{2,n}, \bar{p}_{2,n}) \times \bar{t}_{2,n} - \bar{G}_{1,n} \times \bar{c}_{p,1,n}(\bar{t}_{1,n}, \bar{p}_{1,n}) \times \bar{t}_{1,n}] \times t \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

Q_{total} ——统计周期内总供冷或供热量，单位为千焦（kJ）；

Q_n ——统计周期内某运行日供冷或供热量，单位为千焦（kJ）；

$\bar{G}_{1,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水供水平均质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；

$\bar{G}_{2,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水回水平均质量流量，单位为千克每秒（kg/s）；

$\bar{c}_{p,1,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水供水平均定压比热容，单位为千焦每千克每摄氏度 [kJ/(kg·℃)]；

$\bar{c}_{p,2,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水回水平均定压比热容，单位为千焦每千克每摄氏度 [kJ/(kg·℃)]；

$\bar{t}_{1,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水供水平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{t}_{2,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水回水平均温度，单位为摄氏度（℃）；

$\bar{p}_{1,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水供水平均压力，单位为千帕（kPa）；

$\bar{p}_{2,n}$ ——统计周期内某运行日冷冻水或热水回水平均压力，单位为千帕（kPa）。

t ——统计周期内某运行日燃气分布式能源运行时间，单位为秒（s）。

8.2.9 综合能源利用率

综合能源利用率按 GB/T 33757.2 计算。

8.2.10 节能率

节能率按 GB/T 33757.2 计算。

8.2.11 可再生能源替代率

可再生能源替代率按照公式（8）计算：

$$\alpha_{\text{re}} = \frac{E_{\text{ren}}}{E_{\text{ren}} + E_{\text{ch}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- α_{re} ——可再生能源利用率，单位为百分比（%）；
- E_{ren} ——系统输入的可再生能源量，单位为千瓦时（GWh）；
- E_{ch} ——系统输入的化石能源能源类，单位为千瓦时（GWh）。

8.3 结果修正

动力设备的功率、排气流量及排气温度等可基于大气环境和其他外部量的变化采用乘法和加法修正因子，将所测性能修正到规定的基准工况，根据设备厂商提供的修正曲线及 GB/T 28686、GB/T 21404 等相关规定对测试边界偏离基准工况并影响性能测试结果的参数进行修正计算。

9 测试报告

9.1 项目概况

简单介绍项目来源、项目开展的时间和多能源互补驱动分布式能源系统的建设概况、直供用户概况、机组运行模式及主要技术指标等。

9.2 主要设备概况

简单描述组成多能源互补驱动分布式能源系统的主要设备如可再生能源转化设备、动力设备、余热利用设备、蓄能调峰设备、环保设备等的生产厂商、设备型号和主要技术参数等。

9.3 测试目的

介绍性能测试达到的目的。

9.4 测试内容

介绍测试所包含的项目、参数、工况要求等内容。

9.5 测点布置

介绍测试所用的测点清单和测点布置位置图。

9.6 测试仪器

介绍测试所用仪器的名称、数量、品牌、型号、量程、精度和校验时间等。

9.7 测试条件

进行设备性能测试时，介绍被测设备运行、工况调整 and 主要参数波动情况，被测设备在测试前工况的稳定时间和测量持续时间，测试期间的异常情况。

进行综合性能测试时，介绍多能源互补驱动分布式能源系统在统计周期内供能情况及设备可靠性指标，测试期间测点数据采集的异常情况。

9.8 测试结果

测试结果包括测试原始数据、计算公式、换算方法、修正方法及最终测试结果。

9.9 结论分析

进行设备性能测试时，根据设备合同或技术文件规定的保证值判断设备性能参数是否合格；进行综合性能测试时，根据 GB/T 33757.2 规定的能源综合利用率和节能率的准入值判断能耗水平是否合格。如所测性能参数不合格，报告需给出分析。

9.10 附件

报告的附件主要包括多能源互补驱动分布式能源系统流程图、测点布置图、原始数据表格、燃气检验报告、测试相关各方会签单、主要仪器校验证证书、修正曲线、运行画面等文件。

附 录 A
(规范性)
测试数据记录表

表 A.1～表 A.9 为测试过程数据的记录表。

A.1 测试仪器仪表设备记录表

表 A.1 测试仪器仪表设备记录表 测试项目： 测试单位：

序号	仪器仪表设备名称	准确度	量程	数量	安装位置	检定（校验）日期	备注

A.2 测试工况记录表

表 A.2 测试工况记录表 测试项目： 测试单位：

序号	试验工况	时间段	备注

A.3 内燃机发电机组测试结果汇总表

表 A.3 内燃机发电机组测试结果汇总表 测试项目： 测试单位：

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
1	输出功率	kW					
2	燃料低位热值	kJ/Nm ³					
3	燃料耗量	Nm ³ /h					
4	平均排烟温度	℃					
5	平均排烟流量	t/h					
6	缸套水出水温度	℃					

表 A.3 内燃机发电机组测试结果汇总表 测试项目：
位：（续）

测试单

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
7	缸套水回水温度	℃					
8	缸套水流量	t/h					
9	中冷水出水温度	℃					
10	中冷水回水温度	℃					
11	中冷水流量	t/h					
12	噪声	dB(A)					
13	污染物 (NO _x)	mg/m ³					
14	内燃机发电效率	%					

记录人：

校核人：

时间：

时间：

A.4 吸收式冷（温）水机组测试结果汇总表

表 A.4 吸收式冷（温）水机组测试结果汇总表 测试项目：
测试单位：

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
1	热（冷）媒水出水温度	℃					
2	热（冷）媒水回水温度	℃					
3	热（冷）媒水流量	t/h					
4	热源耗量	kWh					
5	耗电量	kWh					
6	制热（冷）量	kWh					
7	制热（冷）性能系数	—					

记录人：

校核人：

时间：

时间：

A.5 电制冷（热）机组测试结果汇总表

表 A.5 电制冷（热）机组测试结果汇总表 测试项目：

位：

测试单

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
1	进水平均温度	℃					
2	出水平均温度	℃					
3	进水平均温差	℃					
4	平均水流量	m³/h					
5	制热（冷）量	kWh					
6	耗电量	kWh					
7	制热（冷）性能系数	—					

记录人：

时间：

校核人：

时间：

A.6 蓄冷（热）系统测试结果汇总表

表 A.6 蓄冷（热）系统测试结果汇总表 测试项目：

位：

测试单

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
1	进水平均温度	℃					
2	出水平均温度	℃					
3	进水平均温差	℃					
4	平均水流量	m³/h					
5	累计蓄（释）热（冷）量	kWh					
6	累计用电量	kWh					
7	平均能效比	—					
8	蓄热（冷）效率	%					

记录人：

时间：

校核人：

时间：

A.7 燃气轮机测试结果汇总表

表 A.7 燃气轮机测试结果汇总表 测试项目：

测试单位：

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		m	
1	输出功率	kW					
2	燃气耗量	Nm ³ /h					
3	燃气低位热值	kJ/Nm ³					
4	进口空气压力	kPa					
5	进口空气温度	℃					
6	进口空气湿度	%					
7	排气压力	kPa					
8	排气温度	℃					
9	排气流量	t/h					
10	污染物 (NO _x)	mg/m ³					
11	发电效率	%					

记录人：

校核人：

时间：

时间：

A.8 余热锅炉测试结果汇总表

表 A.8 余热锅炉测试结果汇总表 测试项目：

测试单位：

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		m	
1	中压蒸汽压力	MPa					
2	中压蒸汽温度	℃					
3	中压蒸汽流量	t/h					
4	低压蒸汽压力	MPa					
5	低压蒸汽温度	℃					
6	低压蒸汽流量	t/h					
7	入口烟气温度	℃					

表 A.8 余热锅炉测试结果汇总表 测试项目：

测试单位：

(续)

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
8	出口烟气温 度	℃					
9	排烟流量	t/h					
10	入口烟气压 力	kPa					
11	出口烟气压 力	kPa					
12	烟气侧压损	kPa					
13	余热锅炉热 效率	%					

记录人：

校核人：

时间：

时间：

A.9 汽轮机测试结果汇总表

表 A.9 汽轮机测试结果汇总表 测试项目：

测试单位：

序号	测试项目	单位	机组				备注
			1	...		<i>m</i>	
1	进汽压力	MPa					
2	进汽温度	℃					
3	进汽量	t/h					
4	补汽压力	MPa					
5	补汽温度	℃					
6	补汽量	t/h					
7	排气压力	kPa					
8	排气温度	℃					
9	输出功率	MW					
10	发电效率	%					

记录人：

校核人：

时间：

时间：

附录 B
(资料性)

多能源互补驱动分布式能源系统性能测试测点安装布置图

图 B.1 为多能源互补驱动分布式能源系统性能测试测点安装布置图。

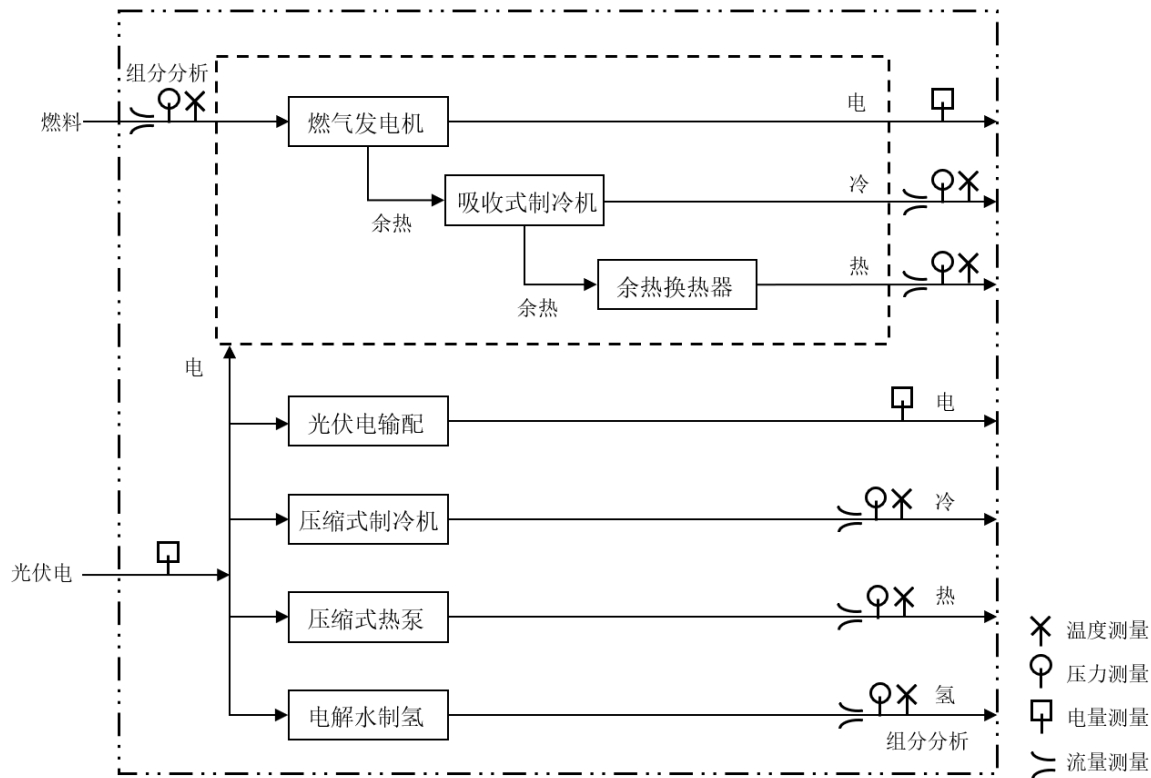


图 B.1 系统测点图