

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4382—2022

综合能源系统能效测算导则

Guidelines for energy efficiency calculation of integrated energy systems

2022-10-23 发布

2022-11-23 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 能效测算边界	
5 能效测算指标体系和测算要求	
5.1 能效测算指标体系	
5.2 能效测算要求	
6 数据测量要求	
6.1 测量点要求	
6.2 测量时间间隔要求	
6.3 测量内容要求	
7 能效指标计算	
7.1 综合能源系统层	
7.2 传输环节	
7.3 转换环节	
7.4 存储环节	
7.5 设备层	
8 能效测算分析	
8.1 分析方法	
8.2 标称对比分析	

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。

本文件由江苏省电力标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：国网江苏省电力有限公司营销服务中心、国网江苏省电力有限公司、常州金坛金能电力有限公司、江苏方天电力技术有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、东南大学、南京工程学院。

本文件主要起草人：黄奇峰、苏慧玲、左强、任禹丞、阮文骏、王忠东、杨世海、陈铭明、孔月萍、李志新、杜先波、陈宇沁、邹磊、仲春林、陆毓泉、袁俊球、张卫国、杨永标、洪芦诚、张东亮、孟琳、刘述波。

综合能源系统能效测算导则

1 范围

本文件规定了综合能源系统能效测算边界、测算指标体系和测算要求、数据测量要求、指标计算和测算分析要求。

本文件适用于用户多种供能类型的综合能源系统传输、转换、存储环节的能效测算实施。

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 17167—2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19022 测量管理体系 测量过程和测量设备的要求

CJJ/T 223 供热计量系统运行技术规程

DL/T 686—2018 电力网电能损耗计算导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

综合能源系统 integrated energy system

整合用户侧用能系统冷、热、电、气、煤、油等多种能源，形成多种异质能源子系统之间的协调规划、优化运行、协同管理、交互响应和互补互济的一体化能源系统，满足用户冷、热、电、气等的能耗需求。

3.2

综合能源系统效率 conversion efficiency of integrated energy system

综合能源系统最终提供给某种产品或服务消耗的冷、热、电、气等能量之和与实际消耗常规能源（传统化石能源）的比率，反映能源被有效利用的程度。

3.3

清洁能源 clean energy supply

能源开发和利用过程中不排放污染物的能源，它们能节约常规能源，减轻环境的污染和生态破坏，清洁能源对生态环境没破坏，不排放或是极少量排放污染物，常见的清洁能源有太阳能、生物能、氢能、风能、海洋能、地热能、水能。

3.4

清洁能源供能占比 proportion of clean energy supply

综合能源系统中由清洁能源产生的冷、热、电等能量总量占总输入冷、热、电等能源总量的比值。

3.5

线损率 line loss rate

电力网络中损耗的电能（线路损失负荷）占向电力网络供应电能（供电负荷）的百分数。

[来源:DL/T 686—2018,3.6,有修改]

3.6

管损率 tube loss rate

在热(冷)等能量传输过程中热(冷)能量的损耗与热(冷)供应总量的比值。

3.7

制冷系统综合性能 comprehensive performance of refrigeration system

综合能源系统中如水冷系统、风冷系统等制冷系统的制冷量与制冷系统主要设备能耗的比值。

3.8

制热系统综合性能 comprehensive performance of heating system

综合能源系统中如风冷热泵系统、地源热泵系统、电锅炉系统、燃气锅炉等制热系统的制热量与制热系统主要设备能耗的比值。

3.9

储能效率 energy storage efficiency

储能系统输出能量与输入能量的比值。

3.10

统计期 statistic stage

在计算指数、发展速度等动态统计指标时,生产经营活动或一段工作实际完成后,做出总结所包括的时期,其指标可与前期或计划期等其他期间对比。在具体活动中可以指明统计期为 1 h、1 d 或者 1 个经营周期等。

4 能效测算边界

综合能源系统包括用户侧用能系统中各种能源的供给、传输、转换、存储、消费等环节,示意图如图 1 所示。综合能源系统能效测算应包括用户侧用能系统中电、气、冷、热等能源的传输、转换、存储等环节,测算边界见图 1。

各环节对应设备或子系统如下:

- a) 能源供应环节对应为综合能源系统的外部能源输入,包括一次能源供应,如煤、油、天然气等化石能源以及太阳能、地热能、风能、生物质能等可再生能源;二次能源供应,如外部供电、冷、热等二次能源。
- b) 能源传输环节设备对应为电、气、冷、热各种类型能源从能源供给环节传输至能源消费环节入口的能量输送设备,如输气管网、配电网、输液管网等。
- c) 能源转换环节设备或子系统对应为电、气、冷、热等不同能量形式之间的转换设备或子系统,包括电热转换、电冷转换、气热转换、气电转换、热冷转换等转换形式的装备。
- d) 能源存储环节设备或子系统对应为电、气、冷、热等不同能量形式存储的设备或子系统。
- e) 能源消费环节设备或子系统对应电、气、冷、热等不同形式的能量需求或实际消耗的用能设备或子系统,包括各类用电、用冷、用热、用气等设备或子系统。

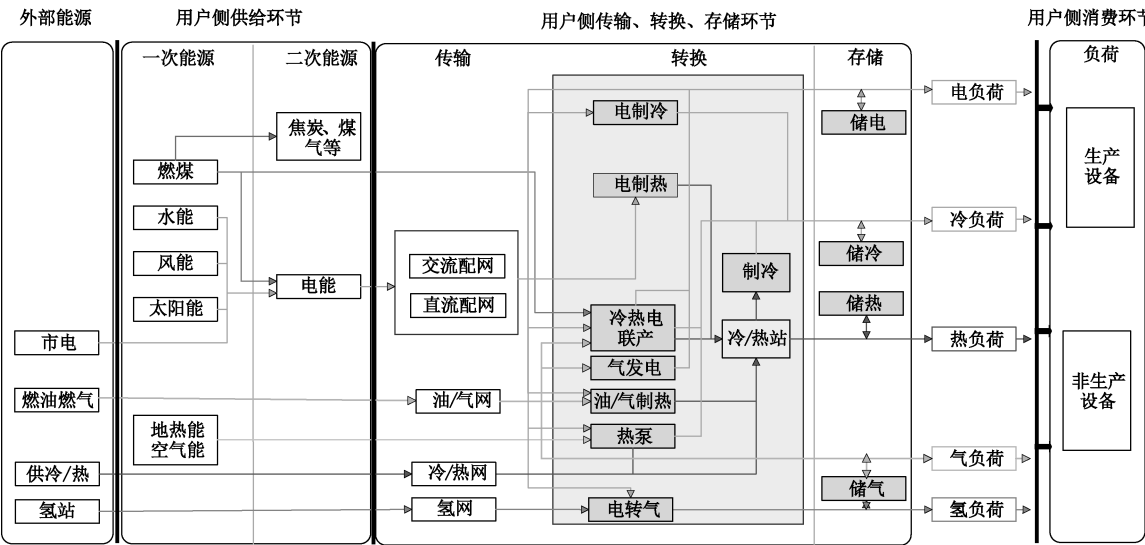


图 1 综合能源系统及其边界示意图

5 能效测算指标体系和测算要求

5.1 能效测算指标体系

综合能源系统能效评价包括系统层、环节层、设备层等 3 个层面的能效评价，综合能源系统能效测算指标体系见图 2，能效测算指标主要如下：

- a) 系统层主要指标有综合能源系统效率和清洁能源供能占比等；
- b) 环节层主要是传输、转换和存储环节效率，传输环节主要有线损率和管损率等，转换环节主要有制冷/制热系统综合性能，存储环节主要有储能效率；
- c) 设备层主要是各环节设备能源效率。设备能效指标计算方法按照对应设备能效计算标准确定。

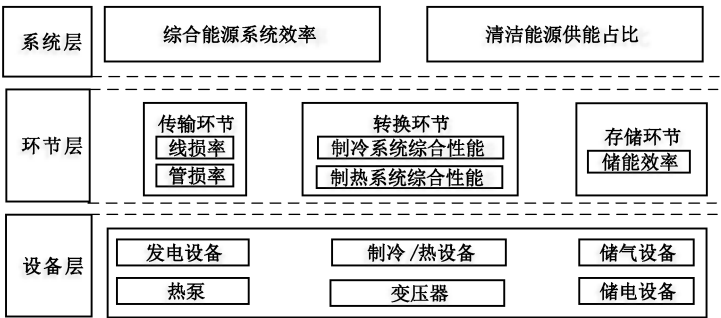


图 2 综合能源系统能效测算指标体系

5.2 能效测算要求

能效测算要求如下：

- a) 能效测算根据要求有不同的测算维度，按阶段不同分设计能效和运行能效，运行能效根据不同要求可以采用不同能效测算要求，其中供冷供热能效可分为供冷季能效、供热季能效、过渡期能效；

- b) 能效测算统计时间应至少按一个用能周期进行测算,如果包含不同能源介质时,每个能源介质测算时间应选取相同的时间间隔;
- c) 能效测量设备宜选用法定计量器具,测量过程和测量设备满足 GB/T 19022 要求,其中供热计量满足 CJJ/T 223 要求。

6 数据测量要求

6.1 测量点要求

综合能源系统测量点应满足下列要求:

- a) 监测点的设置应考虑能效测算指标需要和用能系统现场情况两个方面;
- b) 采集点设置应保证数据可靠、完备,所需的能源信息采集设备配备和管理满足 GB 17167—2006 第 4 章和第 5 章要求。

6.2 测量时间间隔要求

综合能源系统数据测量时间间隔要求如下:

- a) 数据采集时间间隔应根据实际计算精度要求确定,并按设定的时间间隔存储;
- b) 不同能源类型用能负荷变化不同,数据采集时间间隔也可不一样,对于负荷变化较快如电能等能源类型间隔为 15 min,对于负荷变化较慢如冷/热等热工能源类型,采集间隔为 1 h,有其他测量时间间隔要求的可参照使用。

6.3 测量内容要求

综合能源系统测量数据应测量月、日、时整点累计数据,也可统计自定义时间段累计数据,具体包括下列量值:

- a) 电能累计输入量和输出量;
- b) 燃油的热值、用油量累计供应量;
- c) 燃气热值、用气量累计供应量;
- d) 燃煤热值、用煤量累计供应量;
- e) 供冷/供热量、热值累计供应量和输出量;
- f) 清洁能源利用累计供应量。

7 能效指标计算

7.1 综合能源系统层

7.1.1 综合能源系统效率

综合能源系统效率计算如式(1):

$$\eta_t = \frac{U_{cv,out}}{U_{pe,in} + U_{se,in}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- η_t ——综合能源系统效率;
- $U_{cv,out}$ ——统计期内最终提供给某种产品或服务消耗的冷、热、电、气等能量之和,单位为千克标准煤(kgce);
- $U_{pe,in}$ ——统计期内供入常规一次能源量,单位为千克标准煤(kgce),各种能源需要折标成标准煤,

折标系数参照 GB/T 2589;

$U_{se,in}$ ——统计期内供入二次能源消耗常规能源量,单位为千克标准煤(kgce),各种能源需要折标成标准煤,折标系数参照 GB/T 2589。

7.1.2 清洁能源供能占比

清洁能源供能占比计算如式(2):

$$r_{ce} = \frac{3.6 \times Q_{ce} + Q_{h,ce} + Q_{c,ce}}{3.6 \times Q_{e,load} + Q_{h,in} + Q_{c,in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

r_{ce} ——清洁能源供能占比;

Q_{ce} ——统计期内清洁能源发电量,单位为千瓦时(kW·h);

$Q_{h,ce}$ ——统计期内清洁能源产热量,单位为兆焦耳(MJ);

$Q_{c,ce}$ ——统计期内清洁能源制冷量,单位为兆焦耳(MJ);

$Q_{e,load}$ ——统计期内综合能源系统输入电量,单位为千瓦时(kW·h);

$Q_{h,in}$ ——统计期内综合能源系统输入制热量,单位为兆焦耳(MJ);

$Q_{c,in}$ ——统计期内综合能源系统输入系统制冷量,单位为兆焦耳(MJ)。

7.2 传输环节

7.2.1 线损率

系统各电力设备线损可参考 DL/T 686—2018 进行计算,线损率计算如式(3):

$$\eta_{LL} = \frac{Q_{e,grid} + Q_{ge} - Q_{e,load} - Q_{cd}}{Q_{e,grid}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

η_{LL} ——线损率;

$Q_{e,grid}$ ——统计期内外部电网供电量,单位为千瓦时(kW·h);

Q_{ge} ——统计期内用户内部发电量,单位为千瓦时(kW·h),包含内部清洁能源自发自用量;

Q_{cd} ——统计期内转换设备耗电量,单位为千瓦时(kW·h);

$Q_{e,load}$ ——统计期内实际用电量,单位为千瓦时(kW·h)。

7.2.2 管损率

供能管损率计算如式(4):

$$\eta_{PL} = \frac{Q_{hgrid} + Q_{hn} - Q_{hout}}{Q_{hgrid} + Q_{hn}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

η_{PL} ——管损率(%);

Q_{hgrid} ——统计期内外购热量,单位为兆焦耳(MJ);

Q_{hn} ——统计期内内部设备供热(冷)量,单位为兆焦耳(MJ);

Q_{hout} ——统计期内用户实际用热(冷)量,单位为兆焦耳(MJ)。

7.3 转换环节

7.3.1 制冷系统综合性能

制冷系统综合性能计算如式(5):

$$\eta_c = \frac{\sum_i Q_c^i}{\sum_i \sum_j E_c^{ij}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

η_c ——制冷系统综合性能；

Q_c^i ——统计期内制冷系统 i 的制冷量，单位为兆焦耳(MJ)；

E_c^{ij} ——统计期内制冷系统 i 主要设备 j 的能耗，单位为兆焦耳(MJ)。

7.3.2 制热系统综合性能

制热系统综合性能计算如式(6)：

$$\eta_h = \frac{\sum_i Q_h^i}{\sum_i \sum_j E_h^{ij}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

η_h ——制热系统综合性能；

Q_h^i ——制热系统 i 的制热量，单位为兆焦耳(MJ)；

E_h^{ij} ——制热系统 i 主要设备 j 的能耗，单位为兆焦耳(MJ)。

7.4 存储环节

存储环节储能效率一般是指储能系统效率，计算统计期应按不少于一个储能利用周期进行测算。储能效率可按式(7)计算：

$$\eta_s = \frac{Q_{s,out}}{Q_{s,in}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

η_s ——统计期内储能系统能效；

$Q_{s,in}$ ——统计期内进入储能系统的能量，单位为兆焦耳(MJ)；

$Q_{s,out}$ ——统计期内储能系统输出的能量，单位为兆焦耳(MJ)。

7.5 设备层

设备层设备能源效率计算如式(8)：

$$\eta_d = \frac{U_{d,out}}{U_{pd,in} + U_{sd,in}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

η_d ——设备能源效率；

$U_{d,out}$ ——统计期内设备最终提供的冷、热、电、气等能量之和，单位为千克标准煤(kgce)；

$U_{pd,in}$ ——统计期内设备消耗的一次能源量，单位为千克标准煤(kgce)，各种能源需要折标成标准煤，折标系数参照 GB/T 2589；

$U_{sd,in}$ ——统计期内设备消耗的二次能源量，单位为千克标准煤(kgce)，各种能源需要折标成标准煤，折标系数参照 GB/T 2589。

8 能效测算分析

8.1 分析方法

采用比较法评价综合能源系统能效项目。针对同一综合能源系统项目，采用与自身进行比较评价；

针对不同综合能源系统项目,采用对比评价模型进行比较分析。

8.2 标称对比分析

被测算对象设计能效根据标称能效计算,得到的计算值作为被测算对象比较基准,运行时实测能效与基准对比,得到能效测算指标值 R_s , 计算如式(9):

$$R_s = \frac{\eta}{\eta_{de}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

R_s ——待评估项目能效测算指标值;

η ——待测算项目实测能效;

η_{de} ——按照综合能源系统设计图纸及设计负荷值等计算得到的理论能效值。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
-