

ICS 27.010

E4861

ZNL

浙江省能源业联合会团体标准

T/ZNL 001-2024

建筑群能效基准建模方法与既有办公建筑 能效评价指南

Energy Efficiency Benchmarking Modeling Methodology for Peer Group Buildings
and Energy Efficiency Evaluation Guidelines for Existing Office Buildings

2024-05-14 发布

2024-06-15 实施

浙江省能源业联合会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 建筑群能效基准建模方法	2
4.1 总体要求	2
4.2 确定建筑群样本	3
4.3 构建能效基准函数	3
4.4 数据预处理	3
5 既有办公建筑的能效评价	3
5.1 确定既有办公建筑群能效基准函数自变量	3
5.2 构建既有办公建筑群能效基准函数方程	3
5.3 计算既有办公建筑群内各样本建筑能效比率	4
5.4 构建既有办公建筑群能效比率分布曲线	4
5.5 既有单一办公建筑的能效评价	4
5.6 能效评价报告	5
附录	6

前 言

本文件首次制定，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。

本文件由浙江省能源业联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：国网浙江省电力有限公司，丽水市发展和改革委员会，国网丽水供电公司，国网浙江省电力有限公司丽水市莲都区供电公司，浙江华云清洁能源有限公司。

本文件主要起草人：沈百强、李磊、余后荣、张伟峰、林立武、吴彬锋、蓝小美、黄剑、杨世旺、赵萍、詹子仪、周晨、刘翀南，董知周、卢菲菲、范亚伟、陈玥、徐桂娟、曾一鸣、马建勋、王炯、林华、张弈媚。

本文件为首次制定。

建筑群能效基准建模方法与既有办公建筑能效评价指南

1 范围

本文件利用统计回归分析技术对从事相同业务活动的既有建筑群，提出了相应能效基准建模方法，并以该方法建立的模型，为单幢既有办公建筑能效评价提供了指南。

本文件涉及的既有办公建筑符合JGJ/T 67的标准下的“办公建筑”，类型包括：公寓式办公楼、商务写字楼、开放式办公楼、半开放式写字楼、单元式写字楼、单间式写字楼、综合类办公建筑（办公功能区体量应占到总体量的80%及以上）等。

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 3358.1 统计学词汇及符号 第1部分：一般统计术语与用于概率的术语
- GB/T 13234 用能单位节能量计算方法
- GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南
- GB/T 50352 民用建筑设计统一标准
- JGJ/T 67 办公建筑设计标准

3 术语和定义

GB/T 3358.1、GB/T 13234和JGJ/T 67界定的以及下列术语和定义均适用于本文件。

3.1

建筑群 Peer Group Buildings

建筑群是指多个从事相同业务活动的公共建筑样本的集合（例如：办公建筑群、商业中心群、医院群）。

[来源：GB/T 50352-2019，2.0.1、2.0.3，参考]

3.2

能效基准 Energy Efficiency Benchmark

用于比较能效的定量参考依据。

[来源：GB/T 23331-2020，3.4.3，参考]

3.3

基准期 Benchmarking Period

选定的构建建筑群能效基准的统一时间段。

[来源：GB/T 13234-2018，3.5，有修改]

3.4

归一化 Normalization

根据相关变量的变化关系，对能源消耗数据进行修正的过程，达到满足同等需要或相同目的的要求。

[来源：GB/T 13234-2018，3.9，参考]

3.5

能效基准函数 Function for Energy Efficiency Benchmark

在选定的基准期内，应用统计回归分析技术进行归一化处理，描述的基准期内建筑群能效基准的函数。通过自变量（一般选取影响建筑用能的重大因素（如：建筑面积、室外气温、办公时长、入住人数、供暖或制冷面积百分比等））与因变量（实际能耗），拟合出预计能耗。用于描述基准期内建筑群能效基准的函数。

在选定的基准期内，用统计回归分析技术进行归一化处理描述的函数。

3.6

预计能耗 Predicted Energy Consumption

通过能效基准函数计算得出的建筑群中单幢建筑的预计单位建筑面积的一次能源理论消耗值。单位：千克标准煤/平方米（ktce/m²）。

3.7

实际能耗 Actual Energy Consumption

使用表计计量的单幢建筑的单位建筑面积的一次能源实际消耗值。单位：千克标准煤/平方米（ktce/m²）。

3.8

能效比率 Energy Efficiency Ratio

实际能耗与预计能耗的比值。

4 建筑群能效基准建模方法

4.1 总体要求

——充分考虑影响建筑用能的重大因素，量化同类建筑的运行特征；

——通盘考虑实际使用的不同品种能源的能耗量；

——构建使用数据种类最精简，公平合理的基准模型；

——简化计算流程；

——可评价每个从事同业务活动建筑的整体能效水平。

4.2 确定建筑群样本

4.2.1 应选择从事相同业务活动的建筑群，设立相应的删选机制（如确定办公建筑以其办公建筑面积占据 50%以上、每周运营时长至少超过 30 小时等），以保证建筑群内样本满足建模条件。

4.2.2 应限定建筑群中单幢样本建筑规模范围，若单幢建筑规模超过常见范围（如既有办公建筑的单幢规模大于10万平方米），根据建筑实际情况拆分区及相应数据。

4.2.3 在单幢样本建筑符合规模要求后，视实际情况尽可能去除样本建筑内中可分项计量的特殊用能区域（如数据中心机房、中心控制室等）的相应数据。

4.2.4 选取样本建筑数量应满足统计学对所选能效基准函数要求的最小数量。

4.3 构建能效基准函数

4.3.1 选择建立模型的所有建筑及相应数据应处于统一基准期内，至少拥有 1 个供暖期和 1 个制冷期的周期年或 1 个自然年。

4.3.2 能效基准函数应通过有效性检验。

4.3.3 能效基准函数一般宜采用多元一次线性方程，而当其拟合结果不能满足统计检验要求的情况下，可选用其它类型的函数方程。

4.3.3 能效基准函数的因变量应为单位建筑面积能耗。

4.3.4 能效基准函数的自变量应根据建筑群的主要业务活动进行审查和筛选。对选择的自变量应能描述该类型业务运行情况，自变量间的相关性应满足统计学要求。

4.4 数据预处理

4.4.1 使用不同品种的能源应统一能量单位，如统一成吨标准煤（tce）或千瓦时（kWh）。

4.4.2 所有消耗的能源都应按相关标准折算成一次能源。

5 既有办公建筑的能效评价

5.1 确定既有办公建筑群能效基准函数自变量

a) 可从以下三方面选取自变量：

——气候因素，如采暖期度日数（HDD）、制冷度日数（CDD）、空气湿度；

——办公建筑的基本属性，如建筑面积、空调覆盖面积、楼层数、电梯数量；

——办公建筑的运营特性，如每周办公时长、单位面积办公人数、节假日是否运营。

b) 筛选出具有统计意义的自变量

选取的自变量应能显著反映影响用能量的作用，并对其进行统计学相关性分析，确定自变量与因变量、因变量间的相关性满足统计学要求，即自变量与因变量之间相关性较强、自变量之间相关性较弱。

本标准选用以下因素作为自变量：

——气候因素：采暖期度日数（HDD）与供暖面积占比的乘积、制冷度日数（CDD）的自然对数与制冷面积占比的乘积；

——办公建筑的基本属性：建筑面积；

——办公建筑的运营特性：每周办公时长、百平方米内办公人数。

5.2 构建既有办公建筑群能效基准函数方程

5.2.1 在确定自变量后，理想情况下可构建如下多元一次线性方程作为能效基准函数方程：

$$E_{JN} = \beta_0 + \beta_1 x_m + \beta_2 x_{HDD} \times x_{NB} + \beta_3 \ln(x_{CDD}) \times x_{LB} + \beta_4 x_z + \beta_5 x_r$$

式中：

- E_{JN} —单位建筑面积预计能耗
- β_0 —常数项
- β_1 —建筑面积自变量系数
- x_m —总建筑面积
- β_2 —采暖期日数（HDD）自变量系数
- x_{HDD} —采暖期日数（HDD）
- x_{NB} —供暖面积占比（供暖面积/总建筑面积）
- β_3 —制冷度日数（CDD）自变量系数
- x_{CDD} —制冷度日数（CDD）
- x_{LB} —制冷面积占比（制冷面积/总建筑面积）
- β_4 —周办公时长自变量系数
- x_z —周办公时长
- β_5 —百平方米办公人数自变量系数
- x_r —百平方米办公人数

5.2.2 能效基准函数方程的有效性检验

回归得到的能效基准函数方程应通过事先设定的显著性水平（如5%）检验。对于个别未通过显著性检验的自变量，应分析原因，可采用其它分析方法确定其与因变量之间的相关性。

由于单位面积能耗作为因变量，回归得到的能效基准函数方程的决定系数（ R^2 ）值不包括面积的解釋力，存在该值较低的情况，可通过以下方程进行调整：

$$\text{调整后的 } R^2 \text{ 值} = \frac{1 - (\text{因变量的残差变化})}{\text{因变量的总变化}}$$

式中：

$$\text{因变量的残差变化} = \sum_{i=1}^n (\text{实际能耗观察值}_i - \text{能效基准函数计算所得预计能耗}_i)^2$$

$$\text{因变量的总变化} = \sum_{i=1}^n (\text{实际能源观察值}_i - \text{办公建筑群实际能耗平均值})^2$$

n —办公建筑群中样本建筑的总数

5.3 计算既有办公建筑群内各样本建筑能效比率

将各样本建筑的自变量代入能效基准函数方程计算各样本建筑的预计能耗，与实际能耗相比较，计算出各样本建筑的能效比率。

5.4 构建既有办公建筑群能效比率分布曲线

根据各样本建筑的能效比率，使用相应的概率分布对这些能效比率进行数据拟合，构建得出横坐标为能效比率，纵坐标为1-100评分的能效比率分布曲线。

5.5 既有单一办公建筑的能效评价

在构建能效基准函数方程及其能效比率分布曲线的基础上，可对建筑群内及群外的既有单一办公建筑进行能效评价，其步骤如下：

- 5.5.1 根据能效基准函数方程自变量收集该建筑评价期内的相关数据。
- 5.5.2 根据该建筑的实际业务活动性质，筛选出不属于办公性质的功能区域，并拆分相应区域及调整数据。
- 5.5.3 使用调整后的相关数据代入能效基准函数方程计算该建筑的预计能耗。
- 5.5.4 使用该建筑的预计能耗、调整后的实际能耗计算出该建筑的能效比率。
- 5.5.5 通过该建筑的能效比率从能效比率分布曲线上查找得分。
- 5.5.6 通过得分，可进行如下综合评价，并提出初步建议：
 - 得分 <40 ，建议在对该既有办公建筑实施系统性能源审计，查找出具体的问题后，可针对具体情况开展相应的节能改造可行性研究；
 - $40 \leq$ 得分 <75 ，建议在对该既有办公建筑实施专项能源审计，查找出具体的问题后，可针对具体情况开展调适、优化运维或实施局部节能改造可行性研究；
 - 得分 ≥ 75 的情况，建议对该既有办公建筑加强能源管理，如加强运营高峰及低谷期用能分析，优化用能。
- 5.5.7 对于已进行节能改造或优化运行的建筑，可通过得分变化，初步评价改造或优化的成效。

5.6 能效评价报告

能效评价报告应包括以下内容：

- a) 边界；
- b) 评价用原始数据；
- c) 对收集的相关数据、实际能耗进行调整的说明；
- d) 评价结果；
- e) 能效提高目标建议。

附录

表 A 常见能源折标煤参考系数

常用能源折标煤参考系数		
能源名称	系数单位	折标煤系数
原煤	kgce/kg	0.7143
天然气	kgce/m ³	1.2143
液化石油气	kgce/kg	1.7143
汽油	kgce/kg	1.4714
柴油	kgce/kg	1.4571
燃料油	kgce/kg	1.4286
电力	kgce/kWh	0.1229 (当量)
电力	kgce/kWh	0.285 (等价)
热力	kgce/MJ	0.03412 (当量)