CECS T/CECS×××

中国工程建设标准化协会标准

建筑能耗比对评价标准

**Standard for** **building energy benchmarking and evaluating method**

（征求意见稿）

**2019 北京**

前　言

根据中国工程建设标准化协会发布的《关于印发2018年第二批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2018]030号）文件要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语、基本规定、能耗比对评价指标、能耗比对评价方法技术要求。附录给出了能耗比对评价方法示例。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

|  |  |
| --- | --- |
| 主 编 单 位： | 中国建筑科学研究院有限公司 |
| 参 编 单 位： | 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心 |
|  | 自然资源保护协会 |
|  | 哈尔滨工业大学河北工业大学中油阳光物业管理有限公司北京分公司中国建筑节能协会 |
|  | 中国物业管理协会中国中元国际工程有限公司吉林省建筑科学研究设计院天津市建筑设计院北京工业大学 |
|  | 中国船舶重工集团公司第七一四研究所 |
|  | 北京华新电工设备有限公司兰州中建建设科技有限责任公司 |
|  | 山东城市建设职业学院 |
| 主要起草人： |  |
|  |  |
| 主要审查人： |  |

**目 次**

[1.总则 1](#_Toc28354596)

[2.术语 2](#_Toc28354597)

[3.基本规定 4](#_Toc28354598)

[4.能耗比对评价指标 5](#_Toc28354599)

[5 能耗比对评价方法技术要求 7](#_Toc28354600)

[5.1总能耗比对评价方法 7](#_Toc28354601)

[5.2拆分分项能耗比对评价方法 12](#_Toc28354602)

[5.3基于监测系统的分项能耗比对评价方法 14](#_Toc28354603)

[5.4设备能耗比对评价方法 16](#_Toc28354604)

[附录A 总能耗比对评价方法示例 18](#_Toc28354605)

[附录B 拆分分项能耗比对评价方法示例 20](#_Toc28354606)

[附录C 基于监测系统的分项能耗比对评价方法示例 23](#_Toc28354607)

[附录D 设备能耗比对评价方法示例 24](#_Toc28354608)

[本标准用词说明 26](#_Toc28354609)

[引用标准名录 27](#_Toc28354610)

**Contents**

[1. General Provisions 1](#_Toc28354596)

[2. Terms 2](#_Toc28354597)

[3. Basic Requirements 4](#_Toc28354598)

[4. Index of building energy benchmarking and evaluating 5](#_Toc28354599)

[5 Technical requirement of energy benchmarking and evaluating method 7](#_Toc28354600)

[5.1 total energy benchmarking and evaluating method 7](#_Toc28354601)

[5.2 subentry energy benchmarking and evaluating method 12](#_Toc28354602)

[5.3 sub-metering energy benchmarking and evaluating method 14](#_Toc28354603)

[5.4 equipment energy benchmarking and evaluating method 16](#_Toc28354604)

[Appendix A Example of total energy benchmarking and evaluating method 18](#_Toc28354605)

[Appendix B Example of subentry energy benchmarking and evaluating method 20](#_Toc28354606)

[Appendix C Example of sub-metering energy benchmarking and evaluating method 23](#_Toc28354607)

[Appendix D Example of equipment energy benchmarking and evaluating method 24](#_Toc28354608)

[Explanation of Wording in This Standard 26](#_Toc28354609)

[List of Quoted Standards 27](#_Toc28354610)

# 1.总则

1.0.1 为了促进建筑节能行业发展，规范既有建筑能耗比对评价工作，为建筑能耗的比对评价提供方法指导，制订本标准。

**【条文说明】**当前我国能源战略明确提出了推动能源生产和消费革命，进行能源消费总量控制，本标准是能源消耗总量控制、推动建筑节能工作深入开展的重要依据之一。

我国民用建筑节能标准体系已基本形成，目前我国的建筑节能标准体系已覆盖了工程层次到产品层次的标准，但尚缺乏针对不同气候区、不同建筑类型统一普适的建筑能耗比对评价方法的标准。《建筑能耗比对评价标准》正是这一空白的有力补充。

本标准为方法标准，针对当前建筑能耗评价方法不统一的问题，给出适用于不同气候区、不同功能建筑能耗比对评价方法。

1.0.2 本标准适用于公共建筑实际运行能耗比对评价模型建立、基准确定、工具开发等。

1.0.3 公共建筑能耗比对评价，除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2.术语

2.0.1 建筑能耗比对评价（building energy benchmarking and evaluating）

基于对同类建筑在相同时期实际用能数据的搜集、分析、影响因素归一化比较，形成以分值、星级等能效特征表现形式，便于业主、公众等利益相关方直观认识建筑能耗水平的一项建筑节能工作。

 **【条文说明】**建筑能耗比对评价强调了三个关键因素，首先是要求对同类建筑进行比较、其次是基于实际运行能耗数据，第三个关键因素是影响因素的归一化比较，归一化是指在确定一栋具体建筑物的能耗基准时，将建筑所在地气象参数、建筑规模、用能人数、运行时间等能耗影响因素按其与能耗相关性修正到的代表同类建筑社会平均水平的数值。

2.0.2 建筑运行能耗（building operational energy）

建筑使用过程中由外部输入的能源，包括维持建筑环境的用能（如供暖、制冷、通风、空调和照明等）和各类建筑内活动（如办公、家电、电梯、生活热水等）的用能。本标准中均简称为“建筑能耗”。

2.0.3能耗边界（energy boundary）

产生能耗的各耗能设备和系统所服务的建筑各区域的集合。

2.0.4建筑边界（building boundary）

满足建筑内各类服务需求的功能区域的集合。

**【2.03~2.04条文说明】**能耗边界和建筑边界分别从能源供应和从建筑服务功能两个方向对建筑区域进行了定义，进行建筑能耗比对评价时，应确保建筑边界和能耗边界一致。

2.0.5基准能耗（benchmark of building energy）

根据建筑用能性质及特点，按照规范化的方法得到的用于能耗比对的归一化能耗。

**【条文说明】**在基准能耗的定义中，有两个关键性词语：规范化和归一化。其中，规范化是指在确定基准能耗时应按照本标准规定的方法；归一化在2.0.1条文说明中已解释。

2.0.6拆分分项能耗（subentry energy ）

基于室外气象参数相关性拆分的能耗，包括室外气象参数相关能耗和基荷能耗。

2.0.7基荷能耗（base-load）

基于室外气象参数相关性拆分的与室外气象参数变化无关的能耗。

2.0.8差异性指标（index of difference）

体现两组数据差异性的参数，比如绝对差值、比值、相对差值等。

2.0.9建筑服务量（building service level）

建筑物各类服务区域面积以及被服务对象的数量，如餐饮区面积、酒店入住率、医院门急诊人次、商场客流量等。

**【条文说明】**建筑服务量针对办公建筑，指常在办公人员数、建筑运行时间及建筑提供其他功能的规模等；针对酒店建筑指入住人次、用餐人次以及其他服务功能的规模等；针对医院建筑指门急诊人次、手术人次、住院床日数以及科研、后勤等功能区规模等；针对文化教育类建筑中教学楼指上课人数、运行时间以及实验室等功能区域规模等。

# 3.基本规定

3.0.1 建筑能耗比对评价应确保能耗边界与建筑边界一致。当出现能耗边界和建筑边界不一致的情况，宜基于建筑边界拆分并确定能耗边界，或按能耗边界划分并确定建筑边界。

**【条文说明】**建筑能耗比对评价一个重要前提条件是能耗边界与建筑边界一致。当能耗边界与建筑边界不一致时，应对建筑边界和能耗边界进行统一，如A、B两栋建筑共用一个冷热源，在能耗比对评价时，应对两栋建筑的冷热源系统能耗进行拆分，若无相应措施进行拆分，则将两栋建筑作为一个整体来参与能耗比对评价。

3.0.2 建筑能耗比对评价应基于建筑实际运行能耗数据。

3.0.3建筑能耗比对评价应在能耗边界与建筑边界一致的前提下，采取多种措施确保原始数据的准确性，原始数据宜包括能源账单、建筑分项能耗监测系统和现场实测等多种数据来源。

3.0.4建筑应按使用功能分类，使用功能差异较大的建筑类型应再次细化分类。

**【条文说明】**对于功能差异性较大的建筑，比如文体类建筑中的剧场和体育馆，不具有直接可比性，需要进一步细化分类确保功能相近的建筑进行比对评价。

3.0.5建筑能耗比对评价应以建筑能耗影响因素分析为基础。

**【条文说明】**影响建筑能耗的因素有很多，如围护结构做法、用能人数、系统运行方式等，建筑能耗比对评价方法的建立应首先对能耗影响因素进行分析，从众多影响因素中选择体现建筑服务内容和服务量的参数作为建立能耗基准模型的基本影响因素。

# 4.能耗比对评价指标

4.0.1具备不同运行能耗数据基础的建筑应采用不同的能耗比对评价指标进行建筑能耗水平的比对评价，并应符合下列规定：

1 具备建筑年总能耗的建筑应采用总能耗比对评价指标进行评价；

2 具备逐月能耗的建筑应采用拆分分项能耗比对评价指标进行评价；

3 具备监测能耗的建筑可采用分项能耗比对评价指标进行评价；

4具备设备监测能耗数据的样本可采用设备能耗比对评价指标对建筑能耗水平进行评价。

4.0.2总能耗的比对评价应采用实际能耗与基准能耗的差异性指标作为评价指标。

**【条文说明】**建筑基准能耗是衡量建筑实际能耗高低的标尺，二者的差异性大小可作为建筑横向比较的指标，具体可包括比值、差值、相对差值等形式。

4.0.3拆分分项能耗的比对评价指标应符合下列规定：

1评价指标应对建筑节能方向具有指导性，可根据室外环境参数与能耗的相关性进行拆分确定，方法详见附录B。

2应对基荷能耗和气象参数有关能耗分别设置比对评价指标。

**【条文说明】**拆分分项能耗比对评价指标的选取原则。

1基于室外环境参数与能耗的相关性获得拆分分项能耗，各部分拆分能耗具备一定的物理意义，通过对拆分获取的参数物理意义分析，拆分分项的评价结果可以用于指导节能改造的方向。例如拆分分项能耗比对评价指标供暖斜率反映的是建筑围护结构与供热系统效率的优劣，其值越大说明围护结构热工性能和供热系统效率越差。

**2**对于公共建筑来讲，与室外气象参数相关的能耗体现在供暖空调能耗中，与室外气象参数无关的基荷能耗体现在服务量、运行水平等方面。分别确定两部分能耗比对评价指标，可以分别对建筑提出更深入的节能改造建议。

4.0.4基于监测系统的分项能耗比对评价指标应符合下列规定：

1 应对供暖空调、照明、插座和动力系统能耗分别设置比对评价指标。

2 特殊用能系统应首先对用电设备进行分类，对包含同类设备的特殊用能系统能耗进行比对评价。

3宜采用单位面积或单位服务量分项系统能耗作为评价指标。

**【条文说明】**基于监测系统的分项能耗比对评价指标的选取原则。

1根据住房和城乡建设部编制的《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统-分项能耗数据采集技术导则》，分项能耗采集项目包含照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电。由于特殊用电类型多样，用能强度存在较大差异，一般不具有直接可比性，因此，本条提出基于监测系统的分项评价包含前三个分项。

**2**如对特殊用能系统能耗进行比对评价，首先应根据特殊用能系统的用途进行分类，针对同类型特殊用能系统进行评价。

**3**插座用电、动力系统用电与服务量有较大关系，可以采用单位服务量能耗指标进行评价，如办公建筑插座用电可采用单位用能人数耗电量。

4.0.5设备能耗比对评价应符合下列规定：

1宜采用设备运行能效、单位面积能耗或单位服务量能耗作为比对评价指标。

2 供暖空调系统的能耗比对评价宜对冷热源设备、输配设备及末端设备分别进行，评价指标的确定宜考虑设备运行能效、建筑规模等因素。

3 照明系统的能耗比对评价应针对一般照明系统进行，不宜对景观照明系统进行评价，评价指标的确定宜考虑建筑规模、服务量等因素。

4 动力系统的能耗比对评价宜对电梯、排风机、给水泵、排水泵等设备进行评价，评价指标宜考虑建筑规模、服务量等因素。

**【条文说明】**设备能耗比对评价指标的选取原则。

**1**设备评价主要是针对各分项系统所包含的具体设备进行能耗统计，从单位建筑面积（或单位服务量）能耗、运行能效等方面建立指标进行评价。运行能效指标一般用于供暖空调系统的制冷主机、热泵等冷热源设备的能耗比对评价。

**3**建筑的景观照明灯具运行差异性较大，一般不受业主主观控制，因此一般不做评价。

# 5 能耗比对评价方法技术要求

## 5.1总能耗比对评价方法

5.1.1 总能耗比对评价方法的确定应符合下列规定：

1. 建筑总能耗比对评价应考虑建筑边界内全部能耗，不应包括通过建筑的配电系统向各类电动交通工具等外接设备提供的电力以及用于建筑外景照明的用电，不宜包括由输入建筑物的可再生能源系统产生的能源；
2. 总能耗比对评价宜采用一个日历年的能耗。
3. 总能耗比对评价应对建筑边界内所有能耗进行折算，根据评价需求的不同，按当量或等价统一折算到一次能源。
4. 确定建筑总能耗的评价基准值（线）时，应对不同地区的样本建筑进行气象参数的归一化处理。
5. 确定建筑总能耗的评价基准值（线）时，应对建筑提供的服务质量与数量进行归一化处理。
6. 确定建筑总能耗的评价基准值（线）时，应对建筑面积、层高等几何参数进行归一化处理。
7. 确定建筑总能耗的评价基准值（线）时，不宜考虑围护结构及系统形式、设备配置等因素。
8. 建筑总能耗的评价基准值（线）的确定应基于建筑实际运行数据进行分析。
9. 建立能耗基准模型时，同类建筑样本数量应不少于50栋或采用全样本统计分析。
10. 对大样本进行采样时，应修正由于抽样方案产生的偏差。
11. 建筑总能耗的评价基准值（线）及对应评价指标值应通过更新基准模型的样本数据的方式进行定期更新，更新周期宜为3~10年。

**【条文说明】**确定总能耗比对评价方法的原则。

1. 规定了参与能耗比对评价的能耗边界。针对目前出现的通过建筑的配电系统向各类电动交通工具提供电力以及应市政部门要求用于建筑外景照明的用电，以及由输入建筑物的可再生能源系统产生的能源，明确规定应从建筑实测能耗中扣除。

可再生能源包括太阳能光电和光热、风电和风热以及其他类型可再生能源所产生的电能和热能。推动可再生能源在建筑中的应用是我国的一项长期坚持的政策，加强建筑中使用可再生能源有助于减少建筑使用的常规能源，亦有利于实现我国能源使用的总量控制目标。因此本条文明确规定，建筑物若利用安装于其内的设备系统实现可再生能源转换为电能或热能时，则在计算该建筑物能耗值时，不计入建筑自身通过可再生能源利用技术和设备获取的能源，即只计算从外部输入的能源量作为其能耗值参与能耗比对评价。例如：某建筑物运行中全年实际消耗电量100万kWh，安装于其建筑物屋顶、外墙等处的光伏板全年发电量20万kWh,从市政电网购电80万kWh。则该建筑物的全年电耗为80万kWh。

1. 明确了公共建筑能耗的时间周期。能耗均以一年内，即一个完整的日历年的累积能源消耗计。因此，评价一般以某年能耗评价结果进行比较，一般不按跨日历年连续12个日历月累积能源消耗计。
2. 明确了建筑用能应按照实际使用的能源种类分别按照电力、燃气和标煤统计计算。由于建筑用能不仅包括二次能源电耗，且包括煤、天然气、油等其他种类的一次能源，以及外购热量、冷量均需进行相应的折算。
3. 室外气象参数是最主要的建筑能耗影响因素之一，其对建筑能耗的影响受建筑所在地气象参数制约，对于具体建筑此参数是不可改变的，建筑能耗比对评价结果不应受此参数的影响，因此在进行评价比对基准的建立过程中应充分考虑室外气象参数的影响。
4. 对于公共建筑来讲，其运行的目的是为室内人员提供相应的服务。建筑提供服务的质量与数量对能耗影响很大，且此类参数受到建筑功能和运营特点的限制，对于具体建筑，业主不能通过改变此类参数提升建筑能效水平，建筑能耗比对评价结果不应受此参数的影响，因此在进行评价比对基准的建立过程中应充分考虑建筑提供服务的影响。
5. 建筑规模、层高等因素对于具体建筑来说是固定参数，建筑能耗比对评价结果不应受此参数的影响，因此在进行评价比对基准的建立过程中应充分考虑建筑规模、层高等几何参数的影响。
6. 对于围护结构及系统形式、设备配置等因素对建筑能耗的影响，那些由于选用低效设备或系统或管理水平低下，耗能系统处于非正常运行的系统，或未按照最优化策略运行的系统，造成整个建筑能耗异常的楼宇，保留了从技术上改进和改造的空间。例如，一栋建筑的冷源采用能效较低的冷水机组，实际运行能耗高，可以通过更换性能更好的冷水机组达到降低能耗的效果。再如，一栋建筑建成年代较早，由于围护结构性能差所导致的建筑能耗异常，在北方可以通过增加围护结构保温的措施进行改进，降低能耗。如果将这类因素考虑在基准模型内，那么在分析时，会将这些不适宜技术因素进行平均化处理，得到不恰当的评价基准值（线）。
7. 建筑总能耗的比对评价采用基于实际能耗数据的原则，通过调研等获得我国的公共建筑实际能耗数据，分析建筑能耗特点及其影响因素，进而建立适用于我国的公共建筑能效评价方法。该方法从实际能耗数据出发，通过评价-改造-再评价的应用实施过程，仍着落于实际能耗数据，节能效果通过实际能耗的减少来体现。

参考国外经验发现，美国、英国和德国的技术方法都是以大量实测数据为依据，采用统计学方法从大量建筑能耗数据中挖掘特征信息建立相应的能效评价模型，针对每一栋建筑的运营特点，用该模型计算能耗基准值。这种采用统计学方法建立能耗基准的方法，是与我国建筑实际能耗差异巨大的情况相符合的，具有充分的公平性和说服力。

1. 本条文规定了样本量的要求。关于满足建模要求的样本量的确定，由于建筑能耗的影响因素复杂多样，且彼此之间存在千丝万缕的联系，要建立建筑能耗比对评价模型应考虑多自变量的分析。对于多个自变量的线性回归，统计学中给出了建立在自由度分别为和，非中心参数为的非中心分布基础上的样本量估计方法。其检验效能的计算公式为：



式中，为自变量个数，为决定系数。

先设定样本量初始值，然后迭代样本量直到所得的检验效能满足条件为止，最终得到的即为研究所需的样本量，检验水准与检验效能可根据实际情况设定。

以上方法计算复杂，经验上可按要分析的自变量个数的10倍选取样本量。需要注意的是此方法估计的只是样本量的最低水平，有可能仍然不够。而分析时迭代不收敛、增删样本参数估计值出现剧烈波动、出现极宽的可信区间等情况也说明存在样本不足的问题。因此样本量越大越好。

根据经验，样本量不应低于50个，对于整体样本不足50个的，需要全样本分析。

1. 我国幅员辽阔，南北气候差异大，建筑形式及功能业态多样，并且各地区风土人情及生活习惯相差甚远，即使是同类公共建筑，不同地区能源消耗类型和用能习惯也不尽相同，这些都直接导致了我国建筑能耗复杂，公共建筑节能工作具有不同于其他国家的特征。另一方面由于各地区经济发展水平、建筑用能数据计量统计工作的开展程度也不一样，因此，在确定调研样本时，需要事先进行初步调研再确定抽样方法及样本量，应兼顾各地区气候特点，建筑功能特点、经济发展水平等。而权重的设置和确定与调研样本的抽样方法及样本量是息息相关的，应根据抽样方法来初步确定权重，且权重应按用于建模的样本数计算。

例如要建立适用于全国的五星级酒店建筑能效评价模型，在进行建筑信息和能耗调研时，很难做到对全国的五星级酒店都进行抽样调研，假设按照不同气候区选取不同的典型代表城市来进行抽样调研，各典型城市抽取的样本便具有了不同的代表性，此时，需要对各样本设置权重。若建立适用于某一城市的某一类建筑的能效评价模型，此时建筑数量有限，气候、经济发展水平及建筑功能等各项因素趋于一致，各样本的代表性也相对一致，此时便无需考虑样本权重，样本量满足建模要求即可。

1. 建筑运行能耗比对评价模型是基于实际运行数据建立的，随着建筑业主节能需求的驱动，节能改造措施及运行水平的提升，社会建筑能效水平会随之提升，因此，数据调查工作和模型建立工作应定期更新，以保持与全社会建筑能耗技术水平发展速度一致。根据国内外经验调研，一般更新周期为3-5年更新一次，最长不超过10年。

5.1.2 总能耗比对评价流程可采用以下步骤：

1. 开展数据调研，每类建筑样本数量应满足5.1.1条对样本量的要求。
2. 采用不同数据源对调研数据进行校核，确认存疑数据，确保样本数据的准确性。
3. 将不同类别能源形式统一折算到一次能源。
4. 对建筑总能耗的影响因素进行分析，应考虑建筑能耗影响因素的多参数耦合及非线性关系。
5. 对样本数据进行统计分析，使用影响因素计算得到基准能耗。
6. 计算各样本实际运行能耗与基准能耗的差异性指标。
7. 根据应用需求确定评价结果展现方式，如分级、评分或星级等。
8. 对各样本差异性指标进行排序，根据指标值分布情况确定评价阈。
9. 计算被评价建筑评价指标，查询相应评分表或分级表对应值，确定建筑能耗水平的评分或等级。

**【条文说明】**总能耗比对评价流程的步骤。

1. 能耗数据调研内容宜包括：
2. 建筑边界内满一个日历年且不包含室外景观照明及交通工具用能的各类能源消耗数据。
3. 建筑基本信息。
4. 建筑功能分区。
5. 建筑服务量。
6. 建筑运行信息。
7. 目前不同单位对建筑运行数据管理差异性较大，调研数据质量参差不齐，在建立能耗比对评价基准模型前需要对数据质量进行校核：

1) 数据源宜包含：能源账单、现场抄表数据、运行记录、建筑图纸等。

2) 数据核准方法宜包括：电话访问、现场核查，必要时应进行现场检测。

1. 不同类别能源折算到一次能源方法：



为某类能源消耗量，为该类能源对应折算一次能源系数。折算系数参考GB/T 2589-2008《综合能耗计算通则》。

1. 建筑能耗影响因素对能耗的影响不一定是线性关系。此外，由于自变量之间的相互影响，进行单个变量与因变量的相关性分析可能发现不相关，但是对某些变量进行数学运算后，即可能通过各变量间的交互作用而得出与因变量间存在更强相关关系的综合变量。该综合变量作为自变量参与建模分析时，得出的结果与实际物理意义更相符。
2. 评价阈是指评价结果采用分级或评分形式时，每一级或每个分数对应的评价指标的上、下限区间。

## 5.2拆分分项能耗比对评价方法

5.2.1 拆分分项能耗比对评价方法的确定应符合下列规定：

* 1. 拆分分项能耗比对评价应按建筑冷、热源驱动能源类型进一步分类评价。
	2. 拆分分项能耗比对评价应分别对电力、天然气、外购热力进行评价。
	3. 拆分分项能耗比对评价应基于逐月能耗数据，且不少于连续12个月。
	4. 拆分分项能耗比对评价应根据每月天数不同折算到日均能耗进行评价。
	5. 拆分分项能耗比对评价结果应对建筑节能改造方向具有指导性。
	6. 确定建筑基荷能耗基准值时，应对建筑提供的服务质量与数量进行归一化处理。
	7. 确定建筑基荷能耗基准值时，应对建筑面积、层高等几何参数进行归一化处理。
	8. 确定建筑基荷能耗基准值时，不应考虑围护结构及系统形式、设备配置等因素的影响。
	9. 建筑基荷能耗的评价应基于建筑实际运行数据进行分析。
	10. 同类建筑样本数量应不少于50栋或采用全样本统计分析。
	11. 评价指标值应定期进行更新，更新周期宜为3~10年。

**【条文说明】**确定拆分分项能耗比对评价方法的原则。

1. 对于采用不同冷热源驱动能源类型的建筑，拆分的供暖空调能耗不具可比性，应分类进行比对评价。
2. 不同能源的品位不同，热效率也不同，应分类进行比对评价。
3. 拆分分项能耗是逐月能耗与逐月气象参数均值进行相关分析获得的，由于每个月天数不同，会导致天数多的月份能耗密度偏大，因此应该采用月能耗与当月天数比值作为分析对象。

5.2.2 拆分分项能耗比对评价流程可采用以下步骤：

1. 开展数据调研工作。
2. 对调研样本按冷、热源驱动能耗类别进行分类，每类样本数量均应满足5.2.1条对样本量的要求。
3. 采用不同数据源对调研数据进行校核，确认存疑数据，确保样本数据的准确性。
4. 计算每个样本各类逐月能耗的日均值。
5. 对每类日均能耗进行室外环境参数的相关分析，确定相关系数，建立拆分模型，拆分得到基荷能耗，同时得到基荷能耗对应的室外环境参数的范围。
6. 对建筑基荷能耗的影响因素进行分析，考虑建筑能耗影响因素的多参数耦合及非线性关系。
7. 采用适当的数据挖掘方法，使用影响因素进行归一化处理，得到基荷能耗基准。
8. 计算各样本实际基荷能耗与基荷能耗基准的差异性指标，得到各样本的差异性指标值。
9. 根据应用需求，采用分级、评分或星级等形式。
10. 对各样本基荷能耗指标值进行排序，根据其分布情况确定评价阈。
11. 对各样本基荷能耗对应的室外环境参数上下限值进行排序，根据分布情况确定相应评价阈。
12. 对各样本日均能耗与室外环境参数的相关系数进行排序，根据分布情况确定相关系数评价阈。
13. 计算被评价建筑差异性指标，查询相应评分表或分级表对应值，确定建筑能耗水平的评分或等级。
14. 应根据评价结果给出建筑节能改造的方向及对应节能潜力。

**【条文说明】**拆分分项能耗比对评价流程的步骤。

1. 数据调研内容应包括：
2. 建筑边界内连续12个月且不包含室外景观照明及交通工具用能的各类能源消耗数据。
3. 建筑基本信息。
4. 建筑功能分区。
5. 建筑服务量。
6. 建筑运行信息。

**5**对于不同的冷热源类型，应建立不同能源的拆分模型，具体拆分模型要求如下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 冷源能耗类型 | 热源能耗类型 | 电力模型 | 天然气模型 | 热力模型 | 冷量模型 |
| 电 | 电 | √ | × | × | × |
| 电 | 天然气 | √ | √ | × | × |
| 电 | 外购热力GJ | √ | × | √ | × |
| 天然气 | 天然气 | √ | √ | × | × |
| 外购冷量 | 电 | √ | × | × | √ |
| 外购冷量 | 天然气 | √ | √ | × | √ |
| 外购冷量 | 外购热力GJ | √ | × | √ | √ |

## 5.3基于监测系统的分项能耗比对评价方法

5.3.1基于监测系统的分项能耗比对评价方法的确定应符合下列规定：

1. 应根据建筑冷、热源驱动能源类型不同，分类进行供暖空调系统的能耗比对评价。
2. 确定供暖空调系统能耗比对评价指标基准时，应对气象参数、建筑几何特性、建筑服务质量与数量进行分类或者归一化处理。
3. 确定照明能耗比对评价指标基准时，应对建筑几何特性、服务质量与数量进行分类或归一化处理。
4. 确定插座能耗比对评价指标基准时，应对建筑几何特性、服务质量与数量进行分类或归一化处理。
5. 确定动力系统能耗比对评价指标基准时，应对建筑几何特性、服务质量与数量进行分类或归一化处理。
6. 确定各分项能耗比对评价指标基准的样本数量应不少于50个。
7. 评价指标值应定期进行更新，更新周期宜为3~10年。

**【条文说明】**确定基于监测系统的分项能耗比对评价方法的原则。

1. 对于采用不同冷热源驱动能源类型的供暖空调系统，其能耗不具直接可比性，应分类进行比对评价。
2. 建筑供暖空调系统能耗室外气象参数、建筑规模、朝向等几何参数、建筑功能、运行时间等因素的影响，能耗基准的确定可以采用首先对影响因素相关性进行分析，按显著性影响因素进行分类后采用数学统计方法确定基准能耗；也可以按总能耗比对评价方法，对相关影响因素进行归一化处理确定基准能耗。

3-4监测系统照明、插座的电耗数据无法分开时，照明插座能耗则一起评价。

6 规定了样本量的要求。样本容量偏小的话，抽样误差会增加，根据中心极限定理，一般情况当样本量大于30时，接近正态分布，样本量大于50时，基本可以认为是正态分布。

5.3.2基于监测系统的分项能耗比对评价流程可采用以下步骤：

* 1. 开展数据调研工作。
	2. 采用不同数据源对调研数据进行校核，确保样本数据的准确性。
	3. 分析各分项能耗的影响因素，采用适当的统计分析方法，将气候、建筑本体、建筑服务、能源系统等特性相似的样本归为同类，再进行同类分项能耗的评价。每类样本数量均应满足5.3.1条对样本量的要求。
	4. 根据分类样本的能耗数据分别计算各类建筑各分项能耗比对评价指标值。
	5. 分项能耗比对评价结果可根据应用需求，采用分级、评分或星级等形式。
	6. 根据各样本评价指标值分布情况，确定分级评分或星级的评价阈。
	7. 计算被评价建筑分项能耗的评价指标，查询相应评分表或分级表对应值，确定建筑分项能耗水平的评分或等级。
	8. 应根据评价结果给出各分项系统的节能潜力。

**【条文说明】**基于监测系统的分项能耗比对评价流程的步骤。

* 1. 数据调研内容包含：
1. 建筑各分项能耗数据，供暖空调系统能耗数据满足一个供暖季/供冷季，其他分项系统数据满足一个日历年。
2. 建筑所在地区的气象参数
3. 建筑基本信息
4. 建筑能源系统型式
5. 建筑服务量
6. 建筑运行信息

2目前不同单位对建筑运行数据管理差异性较大，调研数据质量参差不齐，在建立能耗比对评价体系前需要对数据质量进行校核：

1. 数据源宜包含：监测终端、现场抄表数据、建筑图纸、设备台账、运行记录等。
2. 数据核准方法宜包括：电话访问、现场核查，必要时应进行现场检测。

3进行分项能耗比对评价时，将建筑特性、系统特性和建筑使用特性相似的分项系统归为同类，再进行同类间的分项能耗的比对评价，更具科学合理性。

## 5.4设备能耗比对评价方法

5.4.1设备能耗比对评价方法的确定应符合下列规定：

1. 确定各类设备能耗比对评价指标基准值的样本数量应不少于50个。
2. 设备能耗比对评价应按建筑类别、所在地区、使用特性等进行分类评价。

**【条文说明】**确定设备能耗比对评价方法的原则。

**2**在进行设备能耗比对评价时，设备按使用功能进行分类后，还应按建筑特性、气象特性、使用特性作进一步分类，进行同类设备能耗的比对评价更具科学合理性。

5.4.2设备能耗比对评价流程可采用以下步骤：

* 1. 开展数据调研，每类设备样本数量应满足5.4.1节对样本量的要求。
	2. 采用不同数据源对调研数据进行校核，确保样本数据的准确性。
	3. 计算各样本评价指标值。
	4. 设备能耗比对评价结果可根据应用需求，采用分级、评分或星级等形式。
	5. 根据各样本能耗评价指标值的分布，确定评价阈。
	6. 计算设备能耗比对评价指标值，查询相应评分表或分级表对应值，确定设备能耗水平的评分或等级。
	7. 应根据评价结果给出各设备的节能潜力。

【条文说明】设备能耗比对评价流程的步骤。

1数据调研内容包括：

1. 设备能耗数据
2. 设备类型
3. 建筑所在地区的气象参数
4. 建筑基本信息
5. 设备服务参数
6. 设备运行信息

# 附录A 总能耗比对评价方法示例

1. 能耗数据分析采用以下方法：
2. 统一将各类能源消耗量按当量转化成一次能源消耗量。
3. 计算建筑样本各类能源按当量转化后的一次能源耗量总和作为建筑的总能耗。
4. 能耗基准模型的建立采用以下方法：
5. 根据各能耗影响因素与总能耗的相关分析确定因变量。
6. 分析建筑能耗物理意义、建筑能耗影响因素的相关性、对每项能耗影响因素进行曲线估计以及因素间的耦合分析，确定可能的自变量形式。
7. 采用逐步回归拟合多元线性回归建筑能耗基准模型。
8. 通过模型检验，筛选出满足模型的F检验、t检验以及自变量t检验的模型。
9. 通过物理意义检验、序列相关性检验、多重共线性检验对能耗基准模型做进一步的筛选和检验，确定最优的能耗比对评价模型。
10. 计算每个样本的能耗基准值。
11. 总能耗比对评价指标的确定采用以下方法：
12. 计算每个样本的能耗实际值与基准值的比值。
13. 以能耗比为自变量，建筑累积百分比为因变量，绘制能耗比分布图，拟合能耗比值的分布函数，计算每1%建筑对应的能耗比。



图A.3-1 能耗比对分布图

1. 以每分对应每1%的建筑，根据对应的能耗比值建立百分制评分表。
2. 根据评分表，对建筑的总能耗进行评价。

表A.3-1总能耗百分制评分表

| **分值** | **累积概率** | **能耗比值区间** |
| --- | --- | --- |
| **≥** | **＜** |
| 100 | 0% | 0 | F -1 (0) |
| 99 | 1% | F -1 (0) | F -1 (0.01) |
| 98 | 2% | F -1 (0.01) | F -1 (0.02) |
| … | … | … | … |
| 2 | 98% | F -1 (0.97) | F -1 (0.98) |
| 1 | 99% | > F -1 (0.99) |

备注：F -1(x)为累积分布函数F(x)=P(X≤x)的逆函数

**【条文说明】**附录A 建筑（年）总能耗比对评价方法示例

本方法示例以办公建筑为例，采用多元线性回归的方法确定能耗基准，该方法为总能耗比对评价方法的一种。

本方法示例从能耗分析开始，前期还需进行数据调研与校核工作。

# 附录B 拆分分项能耗比对评价方法示例

1. 能耗拆分采用以下方法：
	1. 根据调研数据，计算全部样本逐月日均单位面积电耗。
	2. 查询并计算全部样本建筑所在地能耗对应月份室外平均温度。
	3. 以逐月日均单位面积电耗为因变量，室外月平均温度为自变量拟合线性模型：



其中，为室外温度。





常量为室外温度变化无关的基荷能耗，为天气相关能耗。



图B.2-1 能耗拆分模型

1. 拆分模型参数分析采用以下方法：

反映的是建筑围护结构与供热系统效率的优劣，其值越大围护结构和供热系统效率越差。反映的是建筑围护结构与空调系统效率的优劣，越大说明围护结构和空调系统效率越差。*Tb,H*和*Tb,C*分别为供热和空调开启临界温度，*Tb,H*越大，说明供热季室内温度越高，*Tb,C*越大，说明空调季室内温度越高，内热源散热量越大。













*CC*和*HC*分别指外部空调负荷和外部采暖负荷，*U*指围护结构导热系数，*A*指围护结构面积，*V*指无组织通风流速，*ρ*指空气密度，*cp*指空气比热。

平衡点温度*Tb,H*和*Tb,C*指空调、采暖系统开启平均临界温度，*Tset*指设定温度，*Qi*指内热负荷，包括用电设备、辐射得热以及人员活动。*η*指系统效率。

建筑围护结构或系统效率变化会直接导致*CS*、*HS*的变化，反之，*CS*、*HS*的变化也能反映建筑围护结构和系统效率的提升或下降。

1. 基荷能耗基准模型拟合采用以下方法：
2. 以样本拆分的室外温度变化无关的基荷能耗为因变量，分析其与建筑能耗影响因素的相关性，对每项能耗影响因素进行曲线估计以及因素间的耦合分析，确定可能的自变量形式。
3. 以为因变量，能耗影响因素的各种形式及耦合形式为自变量，采用逐步回归的方法，拟合多元线性回归模型。
4. 对模型进行显著性检验、多重共线性检验、F检验、T检验、序列自相关性检验等统计学验证。
5. 能耗比对评价指标的确定采用以下方法：
6. 计算每个样本*CS*、*HS*、*Tb,H*、*Tb,C*以及基荷能耗Ei值。
7. 计算每个样本基荷能耗比。

$$基荷能耗比=\frac{基荷能耗}{基荷能耗基准}$$

1. 对*CS*、*HS*、*Tb,H*、*Tb,C*和基荷能耗比进行排序，计算器平均值及标准偏差。
2. 建立评价标准：

表B.4-1 拆分分项能耗比对评价等级分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 评价等级 | 好 | 一般 | 差 |
| *CS* |  |  |  |
| *HS* |  |  |  |
| *Tb,H* |  |  |  |
| *Tb,C* |  |  |  |
| 基荷能耗比 |  |  |  |

**【条文说明】**附录B拆分分项能耗比对评价方法示例

本方法示例以冷、热源用能为电力的办公建筑为例，采用室外平均温度与能耗的相关性进行拆分确定能耗基准，该方法为拆分分项能耗比对评价方法的一种。

本方法示例从能耗分析开始，前期还需进行数据调研与校核工作。

# 附录C 基于监测系统的分项能耗比对评价方法示例

1. 能源系统分类采用以下方法：
2. 基于建筑能耗监测系统能耗分类特点将分项能耗划分为空调用电、动力用电、照明插座用电和特殊设备用电四大分项，仅对前三项能耗进行评价。
3. 统计全部样本的各分项能耗。
4. 分项能耗影响因素相关性分析采用以下方法：
5. 分析分项能耗的基本影响因素。
6. 采用Pearson相关系数检验分项能耗指标与各影响因素的相关性，确定各分项能耗的显著影响因素。
7. 采用聚类分析的方法，根据气候、建筑本体、建筑服务、能源系统等方面的相似程度对各样本进行分类。
8. 分项能耗比对评价指标的确定采用以下方法：
9. 确定各分项能耗比对评价指标形式；
10. 分别计算各分项能耗不同类别样本的能耗比对评价指标数据，并进行排序，计算评价指标的平均值及标准偏差，建立评价标准，进行分项能耗比对评价。

表C.4-1 基于监测系统的分项能耗比对评价等级分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 评价等级 | 好 | 一般 | 差 |
| 单位建筑面积分项能耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |

**【条文说明】**附录C 基于监测系统的分项能耗比对评价方法示例

本方法示例以冷、热源用能为电力的办公建筑为例，采用聚类分析法对建筑进行分类，该方法为样本建筑分类方法的一种。

本方法示例从能耗分析开始，前期还需进行数据调研与校核工作。

# 附录D 设备能耗比对评价方法示例

1. 对样本及用能设备类型进行分类。
2. 确定各类样本不同用能设备能耗的评价指标：
3. 供暖空调冷热源设备根据设备类型采用制冷机组能效比或热泵能效比。
4. 供暖空调输配系统设备采用冷冻侧输配系数、冷却侧排热输配系数。
5. 末端设备采用末端设备供冷（热）输配系数、单位面积末端供冷（热）电耗。
6. 照明设备采用单位面积一般照明电耗。
7. 插座采用单位服务量插座电耗。
8. 电梯采用单位服务量电梯电耗。
9. 风机采用服务区域单位体积风机电耗。
10. 给水泵、排水泵采用单位服务量水泵电耗。
11. 同类设备的能效/能耗比对评价指标数据进行排序，计算能效/能耗指标的平均值及标准偏差，建立评价标准，进行设备能耗比对评价。

表D.3-1 设备能耗比对评价等级分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 评价等级 | 好 | 一般 | 差 |
| 制冷机能效比 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |   |
| 热泵能效比 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 单位面积末端供冷（热）电耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 单位面积一般照明电耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 单位服务量插座电耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 服务区域单位体积风机电耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 单位服务量水泵电耗 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 冷冻侧输配系数 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |   |
| 冷却侧排热输配系数 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |
| 末端设备供冷（热）输配系数 |  | $$\bar{X}-σ∼\bar{X}+σ$$ |  |

**【条文说明】**附录D设备能耗比对评价方法示例

本方法示例从设备分类开始，前期还需进行数据调研与校核工作。

# 本标准用词说明

**1**  为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1. 《民用建筑能耗标准》GB/T 51161
2. 《综合能耗计算通则》GB/T 2589
3. 《建筑能效标识技术标准》JGJ /T288