

建筑合同能源管理节能效果评价标准

Standard for the energy-efficient effect evaluation of
building energy performance contracting

2018-02-08 发布

2018-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

建筑合同能源管理节能效果评价标准

Standard for the energy-efficient effect evaluation of
building energy performance contracting

GB/T 51285 - 2018

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 8 年 9 月 1 日

中国建筑工业出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
建筑合同能源管理节能效果评价标准
Standard for the energy-efficient effect evaluation of
building energy performance contracting
GB/T 51285 - 2018

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：1 $\frac{5}{8}$ 字数：35千字
2018年8月第一版 2018年8月第一次印刷

定价：**10.00元**

统一书号：15112·31463

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1833 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《建筑合同能源管理节能效果评价标准》的公告

现批准《建筑合同能源管理节能效果评价标准》为国家标准，编号为 GB/T 51285-2018，自 2018 年 9 月 1 日起实施。

本标准在住房城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2018 年 2 月 8 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2013]169号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 基本规定;4 项目边界与能耗的确定;5 建筑节能量计算方法。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由西南交通大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送西南交通大学(地址:四川省成都市金牛区二环路北一段111号,邮政编码:610031)。

本标准主编单位:西南交通大学
广西建工集团第三建筑工程有限责任公司

本标准参编单位:住房和城乡建设部科技发展促进中心
中国建筑科学研究院
重庆大学
哈尔滨工业大学
中国建筑西南设计研究院有限公司
四川建筑职业技术学院
中誉远发国际建设集团有限公司
贵州汇通华城股份有限公司
四川开山新玛能源科技有限公司
通标标准技术服务有限公司

本标准主要起草人员:袁艳平 温岳斌 郝 斌 曹 勇

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 肖益民 | 孙亮亮 | 展长虹 | 曹晓玲 |
| 毛 辉 | 梁德初 | 彭 琛 | 王智超 |
| 赖溯欣 | 雷 波 | 戎向阳 | 杨晓娇 |
| 杨 玲 | 王云贵 | 余南阳 | 高庆龙 |
| 姜益强 | 袁中原 | 袁立新 | 朱斌斌 |
| 毕海权 | | | |

本标准主要审查人员：

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 李念平 | 王 怡 | 李本强 | 付祥钊 |
| 徐 明 | 彭军芝 | 于 忠 | 徐新华 |
| 姚 杨 | 李文明 | 戴 霞 | |

目 次

| | | |
|-----|------------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语 | 2 |
| 3 | 基本规定 | 4 |
| 4 | 项目边界与能耗的确定 | 5 |
| 4.1 | 一般规定 | 5 |
| 4.2 | 项目边界 | 5 |
| 4.3 | 能耗的确定 | 5 |
| 5 | 建筑节能计算方法 | 7 |
| 5.1 | 一般规定 | 7 |
| 5.2 | 账单法 | 7 |
| 5.3 | 测量法 | 8 |
| 5.4 | 模拟法 | 8 |
| | 本标准用词说明 | 9 |
| | 引用标准名录 | 10 |
| | 附：条文说明 | 11 |

Contents

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Basic Requirements | 4 |
| 4 | Determination of Project Boundary and Energy Consumption | 5 |
| 4.1 | General Requirements | 5 |
| 4.2 | Project Boundary | 5 |
| 4.3 | Determination of Energy Consumption | 5 |
| 5 | Calculation Methods of Building Energy Savings | 7 |
| 5.1 | General Requirements | 7 |
| 5.2 | Bill Method | 7 |
| 5.3 | Measurement Method | 8 |
| 5.4 | Simulation Method | 8 |
| | Explanation of Wording in This Standard | 9 |
| | List of Quoted Standards | 10 |
| | Addition: Explanation of Provisions | 11 |

1 总 则

1.0.1 为促进建筑节能减排，有效实施建筑合同能源管理，规范建筑合同能源管理节能效果评价，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑合同能源管理项目的节能效果评价。

1.0.3 建筑合同能源管理项目的节能效果评价除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑合同能源管理 building energy performance contracting

通过为用户提供节能诊断、融资和改造等服务，减少建筑运行中的能源费用，分享节能效益以实现回收投资和获得合理利润的一种市场化服务方式。

2.0.2 建筑合同能源管理项目 building energy performance contracting project

以建筑合同能源管理机制实施的节能服务项目。

2.0.3 账单法 bill method

通过采集计量表的计量数据，分析建筑节能改造前后的能耗以确定节能量的节能效果评价方法。

2.0.4 测量法 measurement method

通过测量建筑节能改造前后用能设备和系统与能耗相关的参数，得到改造前后的能耗以确定节能量的节能效果评价方法。

2.0.5 模拟法 simulation method

采用建筑能耗模拟软件模拟建筑节能改造前后的能耗以确定节能量的节能效果评价方法。

2.0.6 项目边界 project boundary

实施节能改造措施所影响的用能设备和系统的运行时间、范围和地理位置界线。

2.0.7 基准期 baseline period

在建筑合同能源管理项目实施前，能够代表项目边界内用能设备和系统运行规律的时间段。

2.0.8 评价期 evaluation period

建筑节能改造措施完成且项目正常稳定运行，能够代表项目

边界内用能设备和系统运行规律的时间段。

2.0.9 基准期能耗 energy consumption in the baseline period

基准期内，项目边界内用能设备和系统的能源消耗量。

2.0.10 评价期能耗 energy consumption in the evaluation period

评价期内，项目边界内用能设备和系统的能源消耗量。

2.0.11 校准能耗 adjusted energy consumption

根据评价期条件对基准期能源消耗量进行校准，得到的评价期项目边界内用能设备和系统未实施建筑合同能源管理的能源消耗量。

2.0.12 综合服务系统 comprehensive service system

除冷热源系统、输配系统和照明系统之外的其他常规用能系统，包括电梯系统、热水系统等。

3 基本规定

3.0.1 建筑合同能源管理项目的节能效果评价不应影响建筑各项功能的正常使用。

3.0.2 节能量计算宜采用账单法或测量法，也可采用模拟法。

3.0.3 建筑合同能源管理项目的节能效果评价应包括项目识别及边界确定、评价方法确认、数据采集与处理、量化评价、评价报告编制等阶段。

4 项目边界与能耗的确定

4.1 一般规定

- 4.1.1 建筑能耗的内容和范围的界定应符合现行行业标准《建筑能耗数据分类及表示方法》JG/T 358 的相关规定。
- 4.1.2 建筑各类能源消耗量的换算应符合现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589 的相关规定。
- 4.1.3 项目经济效益应根据建筑实际消耗的商品能源量计算，其商品能源价格宜选用合同签订时的价格。
- 4.1.4 基准期和评价期应根据建筑用能设备或系统的特点及项目边界和实际可获得的数据确定。

4.2 项目边界

- 4.2.1 项目边界应根据气象条件、使用强度和运行条件等因素确定。
- 4.2.2 当计算项目节能量时，应明确基准期及评价期对应的项目边界。基准期和评价期的项目边界宜保持一致；当基准期及评价期的项目边界不一致时，应以评价期对应的项目边界为准。

4.3 能耗的确定

- 4.3.1 基准期和评价期能耗可通过能耗账单、能耗测量和能耗模拟等途径获得。
- 4.3.2 基准期能耗和评价期能耗的计算宜采用同一种方法。
- 4.3.3 当建筑供暖、供冷用能与生活热水、炊事用能的输入能源合用时，宜对输入能源进行分项计量。
- 4.3.4 计算校准能耗模型宜采用通过回归分析等方法建立的基准期能耗与影响因素的相关性模型，输入参数应为评价期数据。

4.3.5 当建立“基准期能耗-影响因素”模型时，应根据其影响因素进行修正。

4.3.6 项目节能改造实施前后，气象条件影响基准期能耗的修正应符合现行国家标准《节能量测量与验证技术要求：居住建筑供暖系统》GB/T 31345 和《节能量测量与验证技术要求：中央空调系统》GB/T 31349 的相关规定。

4.3.7 项目节能改造实施后，应根据使用强度和运行条件对基准期能耗进行修正。

4.3.8 项目节能改造实施后，当气象条件、使用强度和运行条件都发生变化时，应根据变化指标对基准期能耗进行修正。

5 建筑节能能量计算方法

5.1 一般规定

5.1.1 安装分项计量装置的建筑合同能源管理项目，应根据分项计量数据对节能效果进行评价。

5.1.2 计量装置应符合国家现行标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167 和《计量器具检定周期确定原则和方法》JJF 1139 的相关规定。

5.1.3 当建筑合同能源管理项目的实施对建筑冷热源系统的能耗产生影响时，宜对冷热源系统的能源消耗量及其运行时间进行计量。

5.1.4 节能量可按下式计算：

$$E_s = E_a - E_e \quad (5.1.4)$$

式中： E_s ——节能量；

E_a ——校准能耗；

E_e ——评价期能耗。

5.2 账单法

5.2.1 对可获得能耗账单及影响参数的项目，宜采用账单法计算节能量。

5.2.2 当采用账单法计算热源系统节能量时，宜采用供暖度日数作为“基准期能耗-影响因素”模型的影响因素。

5.2.3 当采用账单法计算冷源系统节能量时，宜采用供冷度日数作为“基准期能耗-影响因素”模型的影响因素。

5.2.4 综合服务系统的节能量计算宜采用账单法。

5.3 测量法

- 5.3.1 对用能设备或系统运行工况稳定的项目，宜采用测量法计算节能量。
- 5.3.2 测量法中的典型工况能耗可采用项目边界内的实测能耗计算得出。
- 5.3.3 对单项节能改造项目的节能量计算，宜采用测量法。
- 5.3.4 对照明系统节能改造项目的节能量计算，宜采用测量法。
- 5.3.5 当采用测量法计算照明系统节能改造的节能量时，应分别测量或监测灯具的数量、功率、照度、运行时间及调节方式。
- 5.3.6 当冷热源系统的节能改造措施可关闭且不影响实际使用时，节能量计算宜采用测量法。

5.4 模拟法

- 5.4.1 当无法获得能耗账单且无法测得能耗及相关参数时，可采用模拟法计算节能量。
- 5.4.2 采用建筑模拟软件模拟前应对输入参数和模型进行校核，并使模拟数据与实测数据相吻合。
- 5.4.3 当采用模拟法获得建筑冷热源系统的校准能耗时，应将实测获得的冷热源系统的能效比随负荷率的变化关系式作为计算能耗的依据，并应通过评价期的实测能耗数据校核模拟软件。

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，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 《综合能耗计算通则》 GB/T 2589
- 2 《用能单位能源计量器具配备和管理通则》 GB 17167
- 3 《节能量测量与验证技术要求：居住建筑供暖项目》 GB/T 31345
- 4 《节能量测量与验证技术要求：中央空调系统》 GB/T 31349
- 5 《建筑能耗数据分类及表示方法》 JG/T 358
- 6 《计量器具检定周期确定原则和方法》 JJF 1139

中华人民共和国国家标准

建筑合同能源管理节能效果评价标准

GB/T 51285 - 2018

条文说明

编制说明

《建筑合同能源管理节能效果评价标准》GB/T 51285 - 2018，经住房和城乡建设部 2018 年 2 月 8 日以第 1833 号公告批准发布。

本标准编制过程中，编制组进行了大量的调查研究，总结了我国能源管理的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大施工、监理、设计、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《建筑合同能源管理节能效果评价标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

| | | |
|-----|------------|----|
| 1 | 总则 | 14 |
| 2 | 术语 | 15 |
| 3 | 基本规定 | 16 |
| 4 | 项目边界与能耗的确定 | 17 |
| 4.1 | 一般规定 | 17 |
| 4.2 | 项目边界 | 18 |
| 4.3 | 能耗的确定 | 18 |
| 5 | 建筑节能计算方法 | 21 |
| 5.1 | 一般规定 | 21 |
| 5.2 | 账单法 | 21 |
| 5.3 | 测量法 | 29 |
| 5.4 | 模拟法 | 33 |

1 总 则

1.0.1 合同能源管理项目在建筑领域的实施是建筑领域节能减排的重要手段。建筑用能设备和系统节能效果的评价对合同能源管理项目的成功实施至关重要。

1.0.2 建筑合同能源管理项目的委托方和执行方可依据此标准进行节能效果评价，或由第三方机构依据本标准进行节能效果评价。建筑合同能源管理项目的其他相关方及以其他模式实施的建筑节能项目的节能效果评价亦可参照本标准对预期的节能量进行测算。

2 术 语

2.0.3 账单法以能源计量仪表的计量数据、抄表记录或能源结算单据（结算单据应显示能源消耗量或能源单价）为依据，通过改造前后的能耗账单进行节能量的计算与分析。

采用账单法进行节能量计算需符合下列规定：

- 1 能源计量仪表的计量范围需包含改造范围；
- 2 能源账单（计量数据、抄表记录或能源结算单据）数据完整。

3 基本规定

3.0.2 本条结合了现行国家标准《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750 中模型法、直接比较法和模拟软件法的相关条款，并结合实际工程经验，总结归纳成账单法、测量法和模拟法。

账单法和测量法在实际使用过程中各有侧重，其中账单法是现阶段建筑用能设备或系统的节能量计算中使用较多的一种方法。

4 项目边界与能耗的确定

4.1 一般规定

4.1.2 建筑能源包括电力、燃气、燃油和城市热力等。采用不同的换算方法，得到的节能量将有所差异，因此统计时应注明所使用的换算方法。

4.1.3 建筑合同能源管理委托方不仅关心节能量，更关心项目实现的经济效益。执行方应与委托方共同确定节省的商品能量，以明确实际产生的经济效益。这里的商品能量是指委托方需要向能源供应公司购买的电、天然气或者集中供热量或供冷量，不包括免费获得的热量或冷量。

4.1.4 基准期和评价期原则上为一个自然年。对于受季节性、使用特点影响的项目可根据项目实际运行情况制定基准期和评价期，但基准期和评价期长度应一致。对于季节性比较强的系统，例如供暖系统节能改造，应取供暖季起始和结束时间为基准期和评价期。

基准期与评价期实际可获得的数据包括：

- 1 现场监测、测试数据及实验室测试数据；
- 2 具有资质的第三方检测报告；
- 3 能源统计台账；
- 4 交费单据；
- 5 能源购买合同；
- 6 相关数据记录表（如：锅炉房每日燃料记录表）；
- 7 设备及计量器具校验证书；
- 8 能源审计报告；
- 9 政府发布的文件（如：延迟供暖通知等）；
- 10 其他可进行能耗数据、相关参数交叉核对的文件。

4.2 项目边界

4.2.1 建筑能耗的影响因素主要包括气象条件、使用强度和运行条件，因此确定项目边界时应考虑上述因素的影响。其中，气象条件包括太阳辐射、室外空气干球温度和湿球温度、相对湿度等；使用强度包括实际运行时间、人员密度和设备密度等；运行条件包括为建筑提供照明、通风、空调和供暖的服务面积及建筑中各个房间的功能等。

4.2.2 为保证基准期能耗与评价期能耗具有可比性，一般情况下基准期和评价期选择的时间长度宜保持一致。如果选择的评价期长度与基准期不同，在进行节能量计算时，应先参照基准期长度选择一个完整的周期，获得节能量后，再进一步计算整个评价期内的项目节能量。

建筑运行提供的终端服务类型包括照明、空调、供暖和通风等。建筑合同能源管理项目实施节能改造或运行调整前后，可能有更换设备或优化服务量的措施，因而运行边界不是对某台设备或某种服务水平条件下的能耗进行统计，而是考虑节能改造前后项目运行边界所包含的终端服务类型的用能量。

影响建筑能耗的因素主要包括气象条件、使用强度和运行条件。在项目节能改造实施前后，这些影响因素都有可能发生显著的变化，从而影响项目节能量的客观评价。因此，项目节能量计算时，应考虑基准期能耗和评价期能耗受时间与空间等因素的影响，需对能耗进行修正。由于评价期能耗数据通常可实际测量得到，因此，评价期能耗可不作修正，而对基准期能耗进行修正。

在计算项目节能量时，由于项目实施前后项目边界可能发生变化，节能量的计算应以评价期对应的项目边界为准。

4.3 能耗的确定

4.3.1 由于数据获取途径及合同能源管理项目节能改造措施可单一或多个综合使用，项目选择的能耗评价方法有所差异。数据

获得宜优先采用能耗账单和能耗测量。在无法获得能耗账单和能耗测量的数据，但可获得模拟参数时，可采用能耗模拟。

4.3.3 如市政供热同时为建筑供暖、生活热水提供能源，燃气供暖锅炉与卫生热水锅炉共用燃气输入管时，宜对输入能源进行分项计量。分项计量本身是实现建筑能耗分析和节能管理的重要手段。

4.3.4 本条中校准能耗的计算模型参照《节能量测量和验证技术通则》GB/T 28750-2012 中的“基准期能耗-影响因素”模型。

以能耗账单为原始数据，建立“基准期能耗-影响因素”的相关性模型，并使用该模型计算出校准能耗。

基准期能耗：

$$E_b = f(x_1, x_2, \dots, x_i) \quad (1)$$

式中： E_b ——基准期能耗（kW·h）；

x_i ——基准期能耗影响因素的值。

校准能耗：

$$E_a = f(x'_1, x'_2, \dots, x'_i) \quad (2)$$

式中： E_a ——校准能耗（kW·h）；

x'_i ——影响因素在评价期的值。

此方法考虑了项目实施前后外部条件的变化，适用范围广，节能量计算结果更加准确。

若项目实施前后影响能耗的因素保持不变，也可采用项目实施前后的能耗数据直接进行计算。

4.3.7 使用强度和运行条件的变化会对建筑能耗产生明显的影响。

不同类型的公共建筑，影响建筑能耗的使用强度因素不同。办公建筑的影响因素主要为建筑使用时间和人员密度；宾馆、酒店建筑的影响因素主要为客房入住率、会议室和餐厅使用率等；商场建筑的影响因素主要为使用时间。

如，办公建筑人员密度变化时的修正方法：

$$E'_{b,l} = I_c/I_b \times E_b \quad (3)$$

式中： $E'_{b,I}$ ——人员密度变化后的基准期能耗（kW·h）；

I_e ——评价期人员密度（人/m²）；

I_b ——基准期人员密度（人/m²）。

如，商场建筑使用时间变化时的修正方法：

$$E'_{b,H} = H_e/H_b \times E_b \quad (4)$$

式中： $E'_{b,H}$ ——使用时间变化后的基准期能耗（kW·h）；

H_e ——评价期使用时间（h）；

H_b ——基准期使用时间（h）。

为建筑提供照明、通风、空调和供暖的服务面积发生变化时，会使相应系统承担的负荷发生变化，进而影响到该系统和建筑的能耗。节能改造后，由于建筑物的某些空间功能改变，使服务面积发生变化时，可按下式进行修正：

$$E'_{b,A} = A_e/A_b \times E_b \quad (5)$$

式中： $E'_{b,A}$ ——服务面积变化后的基准期能耗（kW·h）；

A_e ——评价期的服务面积（m²）；

A_b ——基准期的服务面积（m²）。

5 建筑节能能量计算方法

5.1 一般规定

5.1.1 装有分项计量装置的建筑合同能源管理项目，通过分别对比各分项计量装置的数据可以直观地反映该项目的节能效果。因此，分项计量数据应优先作为节能效果评价的依据。

计量装置的精度和校准度直接影响采集数据的准确性，进而影响到节能效果评价的准确性。

5.1.3 建筑冷热源系统的能耗在建筑总能耗中占较大比例，并且往往是建筑合同能源管理项目实现节能的主要目标对象。建筑冷热源系统的输入能源种类一般为电、燃气、市政集中供热或供冷，实施计量的技术难度不大，而且计量成本可以接受。通过计量，可以较便捷地直接获得评价期建筑冷热源系统的能耗；当节能措施可隔离时，还可测得典型工况下的校准能耗。

5.2 账单法

5.2.2 针对热源系统的节能改造项目，建立“基准期能耗-影响因素”模型时，应重点考虑室外气象条件和供暖时间对热源能耗的影响因素。一般情况下采用“供暖度日数”作为模型影响因素。

采用账单法计算热源系统节能改造节能量的实际操作可参照以下示例。

示例项目总供暖面积为 893.8 万 m^2 ，有热源厂 3 座，热力站 59 座。该项目实施了多种节能改造措施，包括气候补偿、水力平衡、分时分区控制等。

示例项目的供暖季时间为：每年 11 月 15 日至次年 3 月 15 日，项目运行管理范围为：热源厂、热力站及供暖末端。

示例项目提供了连续三年逐月的煤耗数据（共 15 个样本）。详细数据分别见表 1 和表 2。

表 1 基准期煤耗 [原煤, kg/(m²·月)]

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 2008 年度~2009 年度 | 2.42 | 5.16 | 6.02 | 4.40 | 1.33 |
| 2009 年度~2010 年度 | 2.74 | 5.56 | 7.29 | 4.74 | 1.58 |
| 2010 年度~2011 年度 | 2.43 | 5.42 | 7.36 | 4.22 | 1.38 |

表 2 基准期煤耗 [标准煤, kgce/(m²·月)]

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 2008 年度~2009 年度 | 1.97 | 4.2 | 4.9 | 3.58 | 1.08 |
| 2009 年度~2010 年度 | 2.23 | 4.53 | 5.94 | 3.86 | 1.29 |
| 2010 年度~2011 年度 | 1.98 | 4.41 | 5.99 | 3.44 | 1.12 |

根据基准期逐日的室内外温度，计算逐月的累计室内外温度差（室内温度取 18℃），计算结果见表 3。

表 3 基准期室内外温度差累计值 $\Sigma(t_d - t_w)$ (°C)

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|-----|-----|-----|
| 2008 年度~2009 年度 | 400 | 626 | 669 | 493 | 205 |
| 2009 年度~2010 年度 | 408 | 660 | 749 | 558 | 339 |
| 2010 年度~2011 年度 | 358 | 622 | 730 | 529 | 240 |

样本经筛选后，共有 14 个样本可用来建立回归模型。2008 年度~2009 年度、2009 年度~2010 年度、2010 年度~2011 年度三个供暖季样本能耗与各样本室内外温差累计值之间的关系如图 1 所示。

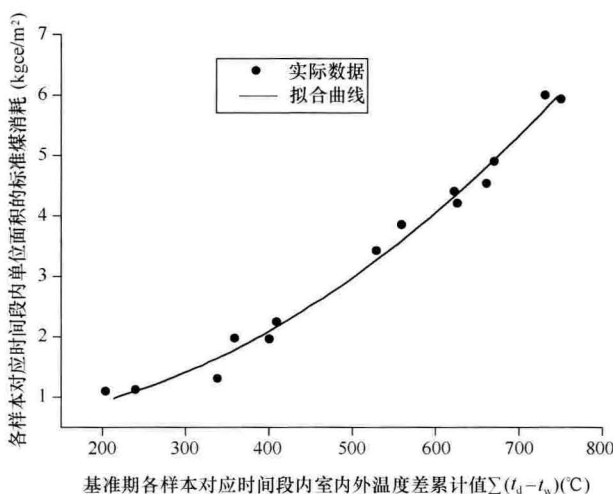


图1 基准期能耗与室内外温差累计值关系

示例项目使用 SPSS 进行基准期能耗模型的回归拟合，以平均每月单位面积耗煤量（标准煤）作为因变量（ y ），以各样本对应时间段内的室内外温差累计值 $\Sigma(t_d - t_w)$ 作为自变量（ x ）。进行回归拟合的结果见图 2 和表 4。

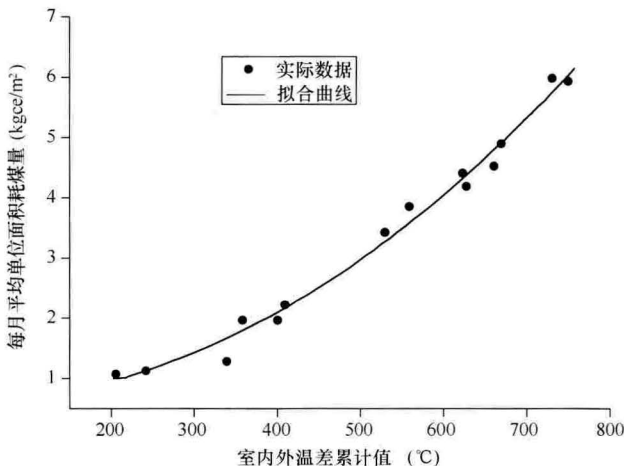


图2 拟合曲线情况

表 4 回归结果

| 方程 | 回归模型的评估参数 | | 回归系数 | | |
|----|-----------|---------|--------|--------------------------|-------------------------|
| 幂次 | R^2 | F | B_0 | B_1 | B_2 |
| 2 | 0.987 | 432.778 | 0.5950 | -2.1072×10^{-4} | 9.9858×10^{-6} |

从表 4 中可看出，该模型的拟合优度 R^2 为 0.987，模型 F 值为 432.778，各回归系数分别为：

$$B_0 = 0.5950, B_1 = -2.1072 \times 10^{-4}, B_2 = 9.9858 \times 10^{-6}.$$

示例项目的评价期为节能改造后的一个完整供暖季，即 2011 年度~2012 年度供暖季。评价期煤耗见表 5。

表 5 评价期煤耗 [原煤, kg/(m²·月)]

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 2011 年度~2012 年度 | 2.51 | 4.22 | 5.41 | 4.54 | 1.86 |

根据评价期实测的逐日室内外温度，计算逐月的累计室内外温差，见表 6。

表 6 评价期室内外温度差 $\Sigma(t_a - t_w)$ (°C)

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|-----|-----|-----|
| 2011 年度~2012 年度 | 358 | 622 | 730 | 529 | 240 |

将表 6 的数据代入拟合后的基准期能耗模型中，计算校准能耗。计算结果见表 7。

表 7 校准能耗 [标准煤, kgce/(m²·月)]

| | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| 2011 年度~2012 年度 | 1.80 | 4.33 | 5.76 | 3.28 | 1.12 |

因此，校准后供暖季的单位面积标准煤耗为 16.29kgce/m²。

示例项目的校准能耗为：

$$E_a = 16.29 \times 10^{-3} \times 893.8 \times 10^4 = 145600 \text{ (tce)}$$

根据评价期的原煤煤耗(见表5)和原煤热值(5600kcal/kg)，可计算得到评价期的单位面积标准煤耗，计算结果见表8。

表8 评价期标准煤耗 [标准煤, kgce/(m²·月)]

| | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 2011年 | 2.01 | 3.38 | 4.32 | 3.63 | 1.49 |

因此，评价期的单位面积标准煤耗为 14.83kgce/m²。

评价期能耗为：

$$E_c = 14.83 \times 10^{-3} \times 893.8 \times 10^4 = 132551 \text{ (tce)}$$

示例项目的节能量为：

$$E_s = E_a - E_c = 145600 - 132551 = 13049 \text{ (tce)}$$

因此，示例项目的节能量为 13049tce。

5.2.3 针对冷源系统的节能改造项目，建立“基准期能耗-影响因素”模型时，一般考虑“供冷度日数”作为模型的气象条件影响因素。

采用账单法计算冷源系统节能改造节能量的实际操作可参照以下示例。

示例项目为北京某酒店，共20层，建筑总面积为50000m²，拥有客房400间。房间入住客人时，开启空调；无人入住时，空调关闭。为降低能源成本，项目通过采用高效空调冷热源设备、水泵变频技术、中央空调机组群控系统的优化运行控制技术，对酒店的中央空调系统进行节能改造。

示例项目的供冷时间为：每年5月1日至10月1日，整体冷源系统包括冷水机组、冷冻循环泵、冷却循环泵和冷却塔等设备，以满足整个酒店的空调需求。

示例项目提供了节能改造前连续三年的空调系统用能情况、

室外温度及入住房间数，见表 9。

表 9 基准期能耗

| 年份 | 月份 | 室外平均温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 入住房间数 (间) | 月空调能耗 ($\text{kW}\cdot\text{h}$) |
|------|-----|----------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| 2009 | 5月 | 20.1 | 222.4 | 523857 |
| | 6月 | 26.3 | 236.4 | 590998 |
| | 7月 | 31.9 | 193.2 | 652944 |
| | 8月 | 32.6 | 205.6 | 709931 |
| | 9月 | 30.7 | 247.6 | 694321 |
| | 10月 | 21.1 | 269.2 | 589840 |
| 2010 | 5月 | 21.3 | 172.4 | 519908 |
| | 6月 | 26.4 | 191.2 | 624987 |
| | 7月 | 30.8 | 163.6 | 630981 |
| | 8月 | 31.7 | 219.2 | 680391 |
| | 9月 | 29.8 | 259.6 | 699874 |
| | 10月 | 20.1 | 280.4 | 579987 |
| 2011 | 5月 | 20.9 | 201.2 | 510098 |
| | 6月 | 25.9 | 245.6 | 587764 |
| | 7月 | 29.8 | 213.2 | 623619 |
| | 8月 | 31.2 | 240.4 | 708765 |
| | 9月 | 28.6 | 283.2 | 680034 |
| | 10月 | 20.3 | 293.2 | 620445 |

示例项目建立能耗模型时以表 9 中所列数据作为参数，其中室外平均温度及入住房间数为自变量 X ，月空调能耗作为因变量 Y 。

Y ：月空调系统能耗；

X ：每月室外平均温度值和平均入住房间数。

回归拟合的结果见表 10 和表 11。

表 10 模型汇总

| 模型 | R | R ² | 调整 R ² | 标准估计的误差 | 修正统计量 | |
|----|--------|----------------|-------------------|------------|-------------------|---------|
| | | | | | R ² 修正 | F 修正 |
| 1 | 0.9460 | 0.8950 | 0.8820 | 22334.5842 | 0.8960 | 64.5020 |

表 11 模型拟合结果

| 模型 | | 非标准化系数 | | 标准系数 | 检验值 <i>t</i> | 显著性检验值 <i>sig</i> |
|----|---------|---------------|-----------|-------|--------------|-------------------|
| | | 回归系数 <i>B</i> | 标准误差 | | | |
| 1 | 常量 | 95100.979 | 52230.309 | | 1.821 | 0.089 |
| | 室外平均温度 | 13101.148 | 1180.719 | 0.960 | 11.096 | 0.000 |
| | 平均入住房间数 | 781.836 | 146.831 | 0.461 | 5.325 | 0.000 |

从表 10 和表 11 中的模型拟合结果来看, 该模型的拟合优度 R^2 可达 0.896, F 值可达 64.502 (满足 F 检验)。室外平均温度 sig 为 1.25×10^{-8} , 平均入住房间数 sig 为 8.49×10^{-5} , 均小于 0.05。因此, 可判断该模型的拟合结果较好。

由表 11 中的模型拟合结果可得最终的拟合公式为:

$$Y = 13101.148X_1 + 781.836X_2 + 95100.979$$

式中: Y ——月空调系统能耗 ($\text{kW} \cdot \text{h}$);

X_1 ——每月室外平均温度值 ($^{\circ}\text{C}$);

X_2 ——每月平均入住房间数 (间)。

图 3 为实际能耗与模型计算能耗的对比情况, 其中虚线代表每月实际的空调系统能耗, 实线代表通过模型计算的空调系统能耗; 模型计算的能耗与实际能耗非常接近, 且趋势一致, 模型的拟合结果较好。

示例项目改造完成后, 记录了 2012 年空调季的运行数及影响参数数据, 详见表 12。

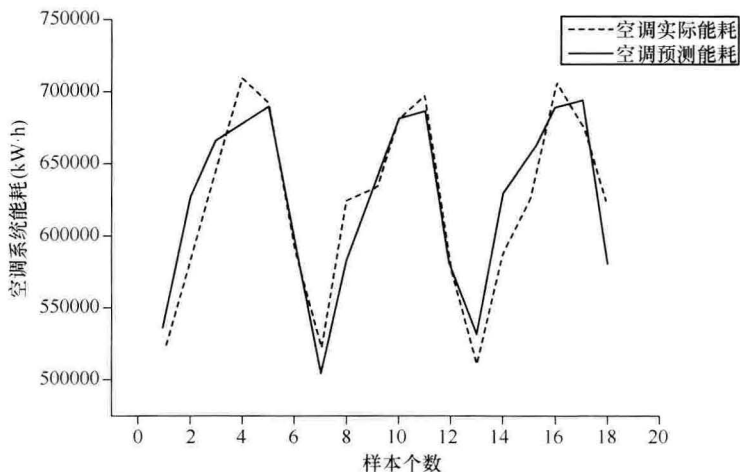


图3 拟合曲线情况

表 12 评价期各参数统计

| 年份 | 月份 | 室外平均温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 平均入住房间数 (间) | 月空调能耗 ($\text{kW}\cdot\text{h}$) |
|------|-----|----------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 2012 | 5月 | 21.9 | 212.8 | 487905 |
| | 6月 | 26.1 | 196.4 | 539801 |
| | 7月 | 31.2 | 222.4 | 649908 |
| | 8月 | 32.5 | 252.8 | 668904 |
| | 9月 | 29 | 299.6 | 579908 |
| | 10月 | 20.7 | 302.4 | 512908 |

本项目节能量计算公式为：

$$E_s = E_n - E_c$$

式中： E_s ——节能量 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)；

E_c ——评价期能耗 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)；

E_n ——校准能耗 ($\text{kW}\cdot\text{h}$)。

将部分参数进行变化后，将各参数代入拟合模型计算校准能耗，校准能耗见表 13，节能量见表 14。

表 13 校准能耗

| 月份 | 校准能耗 (kW·h) | 月份 | 校准能耗 (kW·h) |
|-----|-------------|------|-------------|
| 5 月 | 548398.1 | 8 月 | 718547.2 |
| 6 月 | 590602.2 | 9 月 | 709282 |
| 7 月 | 677747.5 | 10 月 | 602728.8 |

表 14 节能量

| 月份 | 评价期能耗 (kW·h) | 校准能耗 (kW·h) | 节能量 (kW·h) |
|------|--------------|-------------|------------|
| 5 月 | 487905 | 548398.1 | 60493.1 |
| 6 月 | 539801 | 590602.2 | 50801.2 |
| 7 月 | 649908 | 677747.5 | 27839.5 |
| 8 月 | 668904 | 718547.2 | 49643.2 |
| 9 月 | 579908 | 709282 | 129374.0 |
| 10 月 | 512908 | 602728.8 | 89820.8 |
| 合计 | | | 407971.8 |

将电力转化成标准煤，转化系数取 $0.33\text{kgce}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，最终的节能量为：

$$E_s = 407971.8 \times 0.33/1000 = 134.63 (\text{tce})$$

因此，示例项目的节能量为 134.63tce 。

5.3 测量法

5.3.1 测量法采用直接比较典型工况下项目实施前后能耗的方式获得节能量，能耗数据通过实地测量的方式获得。测量法适用于项目实施前后用能设备和系统运行工况稳定、不受外界环境因素影响，或受外界环境因素影响较小的项目，如照明系统改造、定频水泵更换等。

5.3.2 测量法的基本方法为：通过直接比较项目实施前后测量的典型工况下的能耗数据得到项目节能量。

对于实施前后用能设备和系统运行工况稳定、不受外界环境因素影响的项目，运行工况即为典型工况（如水泵更换项目，5月~6月2台运行2台备用，则此运行工况即为5月~6月典型工况，7月~9月3台运行1台备用，则此工况即为7月~9月典型工况）。

此方法适用于基准期和评价期的项目边界一致，或两者虽然不同但对能耗无影响的项目。

评价期能耗 (E_c) 可通过以下方式获得：

- ① 评价期内，测量各典型工况下项目边界内的实际能耗；
- ② 评价期内，测量各典型工况下项目边界内各设备的实际功率，通过实际功率与时间的乘积获得评价期能耗。

基准期能耗 (E_b) 可通过以下方式获得：

- ① 基准期内，测量各典型工况下项目边界内的实际能耗；
- ② 评价期内，当节能改造措施可关闭且不影响项目运行时，关闭节能改造措施，测量各典型工况下项目边界内的实际能耗。

5.3.3 单项节能改造项目中影响能耗的参数较少且容易实地测量，因此宜采用测量法。以供暖系统节能改造为例，单项节能改造项目包括热源设备单项节能改造（如：热源设备或换热器的改造/更换）；水泵单项节能改造（如：循环水泵的改造/更换）；风机单项节能改造（如：送风机的改造/更换）；综合性节能改造（如：末端散热设备改造）。

对于单项节能改造项目，在使用测量法时，应考虑项目边界的一致性，若基准期和评价期的项目边界不一致，应进行修正。

采用测量法计算水泵单项节能改造节能量的实际操作可参照以下示例。

示例项目总建筑面积为 45000m^2 。为了提升供暖系统循环水泵的运行效率，业主对循环水泵进行了变频改造。

示例项目主要为供暖循环水泵的变频改造，供暖时间为每年

11月15日至次年3月15日。

示例项目改造前水泵未单独安装电表，需根据现场实测功率和运行时间计算水泵的基准期能耗。

水泵运行时间为 $119\text{d} \times 24\text{h}/\text{d} = 2856\text{h}$ 。

现场测试时选取了初寒期 1d、严寒期 1d、末寒期 1d 作为典型工况，实测水泵的功率，因水泵工频运行，因此现场实测的水泵功率皆为 8.5kW。因此，水泵的基准期能耗 $E_b = 8.5 \times 2865 = 24276\text{kW} \cdot \text{h}$ ，校准能耗亦为 $24276\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

评价期内水泵的运行时长不变，随用户负荷变化自动改变运行频率。评价期内实测的总能耗为 $E_c = 18960\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

示例项目的节能量为：

$$E_s = E_a - E_c = 24276 - 18960 = 5316 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

示例项目所使用的测量仪器见表 15。

表 15 测量仪器

| 名称及型号 | 范围 | 误差（准确度） |
|-------|-----------------|---------|
| 钳形电力计 | 0V~400V 0A~100A | ±0.1% |

以上检测仪表均在计量检定有效期内。

5.3.4 针对照明系统节能改造，一般情况下较难获得项目改造前、后的能耗计量数据，通常需要进行能耗监测或测量获得。照明系统一般情况下有较为稳定的运行工况，测量法是最简单有效的方法。

5.3.5 采用测量法计算照明系统节能改造节能量的实际操作可参照以下示例。

示例项目为某照明系统节能改造项目，其节能改造内容为 LED 灯具替换现有的普通白炽灯。灯具改造种类大于 10 种，总灯具替换数量大于 30000 盏。各类型灯具的运行时间根据实际运行方式和记录进行现场确定。

示例项目采用测量的方法确定基准期能耗，具体测量结果见表 16。

表 16 基准期原始数据

| 灯具种类 | 实测功率 (W) | 数量 (个) | 开启度 | 开启时间 (h/a) | 电耗 (kW·h) |
|------------|-------------|-----------|------|---------------|--------------|
| T5 直管荧光灯 | 32 | 48 | 100% | 6935 | 10652.2 |
| T8-0.9m 直管 | 34 | 1357 | 100% | 6935 | 319967.0 |
| T8-0.6m 直管 | 22 | 217 | 100% | 6935 | 33107.7 |
| T8-1.2m 直管 | 40 | 6196 | 100% | 6935 | 1718770.4 |
| T8-0.9m 直管 | 34 | 40 | 100% | 7117.5 | 9679.8 |
| T8-1.2m 直管 | 40 | 591 | 100% | 7117.5 | 168257.7 |
| 大节能灯 | 85 | 2 | 100% | 7117.5 | 1210.0 |
| 大节能灯 | 85 | 12 | 100% | 6935 | 7073.7 |
| 节能灯 | 14 | 15 | 100% | 6935 | 1456.4 |
| 环形管灯 | 36 | 107 | 100% | 6935 | 26713.6 |
| 总耗电量 | | | | | 2296889 |

示例项目节能改造后的能耗利用情况通过直接测量确定，测量的结果详见表 17。

表 17 评价期原始数据

| 灯具种类 | 实测功率 (W) | 数量 | 开启度 | 开启时间 (h/a) | 电耗 (kW·h) |
|-----------|-------------|------|------|---------------|--------------|
| T5 LED 灯管 | 12.13 | 48 | 100% | 6935 | 4037.8 |
| T8 LED 灯管 | 11.89 | 1357 | 100% | 6935 | 111894.4 |
| T8 LED 灯管 | 8.01 | 217 | 100% | 6935 | 12054.2 |
| T8 LED 灯管 | 15.84 | 3295 | 100% | 6935 | 361957.1 |
| T8 LED 灯管 | 17.5 | 2901 | 100% | 6935 | 352072.6 |
| T8 LED 灯管 | 11.89 | 40 | 100% | 7117.5 | 3385.1 |
| T8 LED 灯管 | 15.84 | 287 | 100% | 7117.5 | 32356.7 |
| T8 LED 灯管 | 17.5 | 304 | 100% | 7117.5 | 37865.1 |
| LED 球泡灯 | 24.46 | 2 | 100% | 7117.5 | 348.2 |

续表 17

| 灯具种类 | 实测功率 (W) | 数量 | 开启度 | 开启时间 (h/a) | 电耗 (kW·h) |
|---------|-------------|-----|------|---------------|--------------|
| LED 球泡灯 | 24.46 | 12 | 100% | 6935 | 2035.6 |
| LED 球泡灯 | 7.27 | 15 | 100% | 6935 | 756.3 |
| LED 吸顶灯 | 11.38 | 107 | 100% | 6935 | 8444.5 |
| 总耗电量 | | | | | 927207.6 |

本项目节能量为：

$$E_s = E_b - E_c = 2296889 - 927207.6 = 1369681.4 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

将电力转化成标煤 [转化系数取 $0.33 \text{ kgce}/(\text{kW} \cdot \text{h})$]，则节能量为 452tce。

5.3.6 当节能改造措施可关闭且不影响项目运行时，对比测量获得建筑冷热源系统的节能量是最直接、最可靠的方法，宜优先选用此方法。测试时应分别测量各种典型工况下节能改造措施开启和关闭时，冷热源系统的能耗和运行时间，将各典型工况下的能耗累加得到评价期能耗和校准能耗。典型工况宜以日为周期，并应考虑建筑冷热负荷的变化情况，分别在负荷率 $0 \sim 25\%$ 、 $25\% \sim 50\%$ 、 $50\% \sim 75\%$ 、 $75\% \sim 100\%$ 区段中选取。

考虑到建筑冷热源系统能耗的周期性，建议典型工况以日为周期；为使对比能够涵盖整个时间边界，建议尽可能在各种代表性的负荷率区段选取典型工况。当供冷、供暖输配系统的循环泵与冷热源主机共用供电线路时，可同时合并测量。此外，典型工况的确定仍需通过双方认可。

5.4 模拟法

5.4.1 模拟法的基本方法为：使用建筑能耗模拟软件模拟计算基准期和评价期能耗，二者之差即为节能量。模拟法需要对建筑建立能耗模拟模型，通过改变输入与节能项目有关的参数分别得到节能改造实施前后的能耗，进而计算得到节能量。

采用模拟法计算建筑围护结构节能改造节能量的实际操作可参照以下示例。

示例项目为北京某居住小区的建筑围护结构节能改造。该小区总建筑面积为 50000m²，有 6 栋住宅楼。

示例项目以节能改造措施实施前的供暖季作为基准期，即 2011 年 11 月 15 日至 2012 年 3 月 15 日。

由于节能改造前没有能耗数据，所以需根据现场测试数据及校准的能耗模拟软件来计算基准期能耗。

采用经过校准的能耗模拟软件，输入表 18 中的参数和 2012 年 11 月 15 日~2013 年 3 月 15 日的室外气象参数，经过模拟计算可知，基准期能耗为 729.15tce。

表 18 基准期能耗的输入参数

| 名称 | 输入参数 |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| 外围护结构传热系数 [W/(m ² ·K)] | 屋面：0.8 外墙：0.75 外窗：4.7 |
| 室内温度 (°C) | 20.5 |
| 换气次数 (次/h) | 0.5 |
| 建筑物内部得热 (W/m ²) | 3.8 |

根据改造后的相关测试参数，输入表 19 中的参数和 2012 年 11 月 15 日至 2013 年 3 月 15 日的室外气象参数，经过模拟计算得出评价期的模拟总能耗为 678.22tce。

表 19 评价期的输入参数

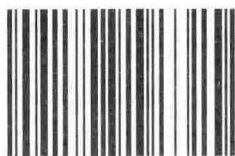
| 名称 | 评价期 |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 外围护结构传热系数 [W/(m ² ·K)] | 屋面：0.5 外墙：0.6 外窗：2.9 |
| 室内温度 (°C) | 20.5 |
| 换气次数 (次/h) | 0.5 |
| 建筑物内部得热 (W/m ²) | 3.8 |

示例项目的节能量为：

$$E_s = E_b - E_c = 729.15 - 678.22 = 50.93 \text{ (tce)}$$

5.4.2 模拟法将建筑能耗模拟软件作为节能量的评价手段，应对建筑模拟软件的计算结果进行校准和验证。实际气象条件与计算参数的偏差以及计算误差的累积，都会使建筑能耗模拟软件计算的结果有很大差别。因此，在使用建筑能耗模拟软件进行模拟前需进行校核。

5.4.3 本条规定了使用模拟法确定建筑冷热源系统的校准能耗的条件。所有的建筑能耗模拟软件计算冷热源系统能耗的基本原理均为：能耗=负荷/能效比。因此，要获得准确的能耗，能效比的计算值非常关键。当无基准期能耗数据、节能改造措施不直接影响建筑冷热源系统的运行且无法隔离时，可使用模拟法。但需通过实测数据对该建筑能耗模拟软件的可靠性进行校准。实测方法应符合现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177及其他相关标准的规定。



1 5 1 1 2 3 1 4 6 3

统一书号：15112 · 31463
定 价： 10.00 元