



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

节能量测量和验证技术要求 中央空调系统

Technical requirement of measurement and verification of energy savings,

central air-conditioning system

(征求意见稿)

2014. 3. 5

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会（SAC/TC20）提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

节能量测量和验证技术要求 中央空调系统

1 范围

本标准规定了中央空调系统节能量测量和验证的项目边界、节能量计算原则、测量和验证方法、不确定度。

本标准适用于以电为驱动能源的中央空调系统节能改造项目的节能量测量和验证。其他能源驱动的中央空调系统节能改造项目的节能量测量和验证可参考使用。

本标准不适用于对中央空调系统所在建筑同时实施其他节能改造措施（如建筑围护结构改造、照明系统改造等）的项目节能量测量和验证。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 7725 房间空气调节器

GB/T 28750-2012 节能量测量和验证技术通则

GB/T 30256 节能量测量和验证技术要求 泵类液体输送系统

GB/T 30257 节能量测量和验证技术要求 通风机系统

GB 50155 采暖通风与空气调节术语标准

JGJ/T 132 居住建筑节能检测标准

JGJ/T 177 公共建筑节能检测标准

3 术语和定义

GB/T7725、GB/T28750-2012、GB50155界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中央空调系统 central air-conditioning system

以空气调节为目的而对空气进行处理、输送、分配，并控制其参数的所有设备、管道及附件、仪器仪表的集中式或半集中式空气调节设备总合。

4 项目边界

项目边界通常为中央空调系统，根据改造项目的不同，也可以是其中的某个子系统。中央空调系统包括冷/热源单元、输配单元、末端设备和中央空调系统用户的建筑维护结构，系统边界示意如图 1 所示，其中：

- a) 冷/热源单元：包括空调冷/热源机组本体及其控制系统，以及冷却塔本体、冷却塔风机及其控制系统等。
- b) 输配系统：包括冷冻水泵、冷却水泵及相关控制系统等。

c) 末端设备：包括建筑维护结构内的风机盘管、新风系统及相关控制系统等。

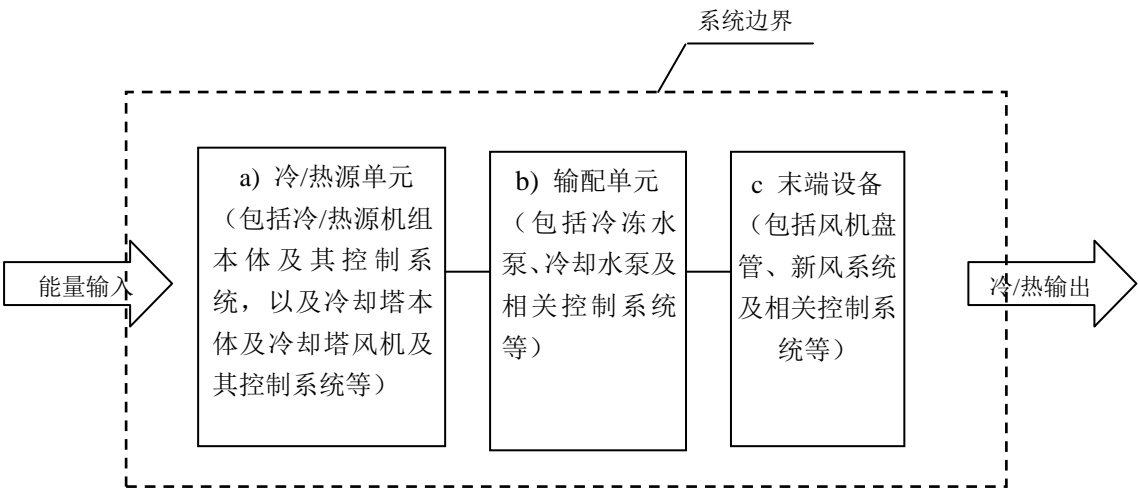


图1 中央空调系统示意图

5 节能量计算原则

5.1 计算节能量的基本公式

按照GB/T 28750-2012的4.2给出的公式(1) 计算，

$$E_s = E_r - E_a \tag{1}$$

式中：

- E_s ——中央空调系统节能量，单位为千瓦时（kWh）；
- E_r ——中央空调系统统计报告期能耗，单位为千瓦时（kWh）；
- E_a ——中央空调系统校准能耗，单位为千瓦时（kWh）；

5.2 基期和统计报告期

- 5.2.1 中央空调系统的基期和统计报告期的设定应符合 GB/T 28750-2012 的 7.2 的要求。
- 5.2.2 对于仅提供制冷输出的中央空调系统基期应至少包括实施节能措施前的一个完整制冷季。
- 5.2.3 对于既可提供制冷输出又可提供供暖输出的中央空调系统基期应至少包括实施节能措施前的一个完整制冷季和一个完整的供暖季。

5.3 单项节能改造项目节能量测量和验证

- 5.3.1 对于仅提升中央空调系统内泵类液体输送系统运行效率，且可与系统其他部分隔离开来测量验证并不影响系统正常运行的单项节能改造项目节能量测量和验证可按照GB/T 30256。
- 5.3.2 对于仅提升中央空调系统内通风机系统运行效率，且可与系统其他部分隔离开来测量验证并不影响系统正常运行的单项节能改造项目节能量测量和验证可按照GB/T 30257。

6 测量和验证方法

6.1 “基期能耗-影响因素”模型法

6.1.1 适用条件

“基期能耗-影响因素”模型法适用于通过测量、计量手段可以获得基期和统计报告期能耗及相关影响因素数据的各类节能改造项目。

6.1.2 “基期能耗-影响因素”模型

6.1.2.1 选取能耗主要影响因素

中央空调系统能耗的影响因素众多,应依据中央空调系统节能改造项目对象选取能耗主要影响因素以建立中央空调系统“基期能耗-影响因素”回归模型。

- a) 节能改造项目对象为中央空调系统整体,其能耗主要影响因素包括:室内温度、室外温度、中央空调系统运行时数、空调面积、入住率。

T_d —室内温度,单位为开式度(K)或摄氏度(°C);

T_w —室外温度,单位为开式度(K)或摄氏度(°C);

t_s —中央空调系统运行时数,单位为小时(h);

t_f —末端设备运行时数,单位为小时(h);

S —空调面积,单位为平方米(m²);

z —入住率,单位为(%);

- b) 节能改造项目对象为中央空调系统的冷/热源单元,其能耗主要影响因素包括室内温度、室外温度、冷热源机组运行时数、空调面积、入住率。

t_c —冷热源机组运行时数,单位为小时(h);

- c) 当节能改造项目对象为中央空调系统的输配单元时,其能耗主要影响因素包括室内温度、室外温度、空调面积、入住率。

- d) 当节能改造项目对象为中央空调系统的末端设备(如泵的变频改造等,但不包括5.3.1的情况)时,其能耗主要影响因素包括室内温度、室外温度、末端设备运行时数、空调面积、入住率。

- e) 经相关方协商一致,可将中央空调能耗具有显著影响的独立变量列入到影响因素中。

6.1.2.2 建立“基期能耗-影响因素”回归模型

- a) 基于中央空调系统能耗和相关影响因素的基期数据,通过回归模型分析,建立以能耗影响因素为独立变量的中央空调系统“基期能耗-影响因素”函数,见公式(2)。

$$e_{b,i} = f(x_1, x_2, \dots, x_i) \quad (2)$$

式中,

$e_{b,i}$ —基期逐月中央空调系统能耗,单位为千瓦时(kWh);

x_i —基期逐月影响因素值, $i=1,2, \dots, n$, 其中, n 为影响因素的个数;

f —基期能耗与影响因素独立变量之间的函数关系。

b) 应按7.3.3对回归模型进行不确定度量化分析。

c) 在相关方未作另行约定的情况下, 应选择不确定度量化分析结果最优的回归模型。回归模型分析示例见附录A。

6.1.2.3 校准能耗的计算

应将统计报告期的测量数据带入建立的回归模型对校准能耗进行计算, 见公式(3)。

$$E_a = \sum f(x'_1, x'_2, \dots, x'_i) + A_m \quad (3)$$

E_a —中央空调系统校准能耗, 单位为千瓦时(kWh);

x'_i —统计报告期逐月影响因素值;

A_m —校准能耗调整值。

6.1.2.4 校准能耗调整值

校准能耗调整值 A_m 的确定应符合GB/T 28750-2012的要求, 并应得到各相关方的确认。

6.1.2.5 节能量的计算

按照公式(1)计算节能量。

6.1.3 数据的收集、测量和验证

6.1.3.1 基本原则

基期数据宜采用收集的方法获得, 当无法获得时, 应采用测量或者模拟的方法获得; 统计报告期数据应采用测量的方法获得。

6.1.3.2 通过统计、计量资料获得的数据,

- a) 空调面积;
- b) 室外温度;
- c) 中央空调系统运行时数;
- d) 末端设备运行时数;
- e) 空调季逐时段入住率。

6.1.3.3 当无法通过统计、计量资料获得数据时, 应通过测量获得以下数据,

- a) 室外温度;
- b) 空调系统运行时数;
- c) 末端设备运行时数。

测量方法可参见 JGJ/T 132和JGJ/T 177。

6.2 直接比较法

6.2.1 适用条件

节能措施可关停且对系统正常运行无影响的中央空调节能改造项目。

6.2.2 节能量计算

采用直接比较法的项目节能量计算按照以下步骤进行,

- a) 在统计报告期内，节能措施开启时，测量典型工况下中央空调系统总能耗（ $E_{on,i}$ ）；
- b) 在统计报告期内，节能措施关闭时，测量典型工况下中央空调系统总能耗（ $E_{off,i}$ ）；
- c) 典型情况的选取，应覆盖室外温度、运行时间等主要影响因素的极大值、极小值与平均值；节能措施开启和关闭时典型工况下对应的能耗影响因素值偏差允许范围应由相关方事先约定。
- d) 将各典型情况下的 $E_{on,i}$ 和 $E_{off,i}$ 作为输入数据，根据测量和验证方案中约定的计算方法分别确

定 E_r 和 E_a ；

- e) 由式（1）计算 E_s 。

6.2.3 数据的收集、测量和验证可参考6.1.3的要求。

6.3 模拟软件法

6.3.1 适用条件

因基期能耗数据缺失等原因无法采用“基期能耗-影响因素”法的节能改造项目。

6.3.2 对模拟软件的要求

选用或开发的模拟软件应满足以下要求：

- a) 能够模拟全年8760小时的逐时能耗；
- b) 能够模拟项目的用能特性；
- c) 人员、设备等的时间表能够逐日设置；
- d) 能够模拟关键节点的参数；
- e) 能够使用实际气象年天气参数进行模拟；
- f) 能够自定义设备的部分负荷曲线或能够体现设备部分负荷运行特性。

6.3.3 节能量的计算

节能量的计算应按GB/T 28750的5.3进行。

6.3.4 可通过统计、计量资料获得的数据如下，其他数据的收集、测量和验证可参考6.1.3的要求。

- a) 冷机的数量、容量、部分负荷特性；
- b) 末端设备的数量和运行特性；
- c) 水泵、风机的型号；
- d) 电机的型号和效率；
- e) 空气侧系统形式；
- f) 系统分区及设定温度；
- g) 建筑维护结构的几何尺寸和热工性能参数；
- h) 各功能区域人员密度和使用时间；
- i) 天气参数。

其他数据的收集、测量和验证可参考6.1.3。

7 不确定度

7.1 概述

节能量是没有发生的量，因此节能量不存在真值和误差。在确定测量和验证方案（包括测量和验证的数据基础、成本、目的等内容）后，可以评价节能量评估结果的不确定度，以说明节能量评估结果的可信赖程度。其表达方式是：一定置信水平下的节能量置信区间。

7.2 不确定度的来源

7.2.1 使用“基期能耗-影响因素”模型法时，节能量的不确定度可能来源于：

- a) 基期和报告期数据的测量、计量或统计
- b) 模型
- c) 抽样
- d) 非常规调整

7.2.2 使用直接比较法时，节能量的不确定度可能来源于：

- a) 基期和报告期数据的测量、计量或统计
- b) 抽样

7.2.3 使用模拟软件法时，节能量的不确定度可能来源于：

- a) 基期和报告期数据的测量、计量或统计
- b) 模型
- c) 抽样

7.3 不确定度的量化分析

7.3.1 对于测量、计量或统计相关的不确定度，可参照参考文献[1]进行量化分析。

7.3.2 对于抽样的不确定度，可参照参考文献[2]的附录 B、参考文献[3]附录 B 进行量化分析。

7.3.3 对于模型的不确定度，可参考文献[3]的附录B进行量化分析。

7.3.3.1 当采用数学模型进行非常规调整时，可参考模型的不确定度量化分析方法。

7.3.3.2 当采用人为约定进行非常规调整时，所有的调整量均应加入置信区间。

7.3.4 不确定度的量化分析需要较高的成本和人员能力。因此，通常可以忽略那些不重要的不确定度来源，仅对重要的不确定度来源（如模型或抽样等）进行分析。例如：在检定有效期内的计量仪表的数据可认为具有较低的不确定度，在分析时可以忽略。

附录 A

(资料性附录)

建立“基期能耗-影响因素”回归模型示例

某酒店具有中央空调系统改造前完整基期数据如表A.1所示，包括：基期能耗数据和影响因素（月平均室外干球温度、月室外平均湿球温度、月工作日天数、月节假日天数、月平均入住率）数据。

将表A.1数据进行如式（A.1）多元二次多项式回归分析。

$$e_{b,i} = A_0 + \sum_{i=1}^5 B_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^5 C_i \cdot x_i^2 + \sum_{i=1}^4 (x_i \cdot \sum_{j=i+1}^5 D_{i,j} \cdot x_j) \quad (\text{A.1})$$

式中，

$e_{b,i}$ —基期逐月中央空调系统能耗，单位为千瓦时（kWh）；

A_0 —常数；

B_i 、 C_i 、 $D_{i,j}$ —影响因素变量系数；

x_i —基期逐时段影响因素值，包括：

$t_{wd,i}$ —月平均室外干球温度，单位为开式度（K）；

$t_{ww,i}$ —月平均室外湿球温度，单位为开式度（K）；

D_w —月平均工作日数，单位为天（d）；

D_h —月平均节假日数，单位为天（d）；

z —月入住率，单位为（%）；

通过偏F检验，提出对式（A.1）中对能耗的次要影响因素变量，得到如式（A.2）的回归模型函数表达式。

$$e_{b,i} = -1.48 \times 10^6 - 1.04 \times 10^4 \times t_{wd,i} + 1816 \times t_{wd,i}^2 + 764.5 \times D_w \times D_h + 4985 t_{ww,i} \quad (\text{A.2})$$

按参考文献[2]、[4]计算得到该回归模型确定系数 $R^2=0.933$, $CV(RMSE)=0.063$, $F=149.3$, $Sig=1.27 \times 10^{-24}$ 。

本示例中，设定的回归模型不确定性标准为： $R^2 \geq 0.8$, 显著性检验标准 $F \geq 30$, $Sig < 0.05$ 。回归模型（A.2）符合上述要求。

通过将表A.2中该酒店实施中央空调改造后的统计报告期影响因素实测数据代入式（A.2）得到统计报告期校准能耗 E_a ，其中取校准能耗的调整值 $A_m=0$ 。

$$E_a = 7489096 \text{ kWh}$$

则该中央空调系统节能改造项目统计报告期的节能量为

$$E_s = E_r - E_a = 5464069 - 7489096 = -2025026 \text{ kWh}$$

表A.1 中央空调系统基期能耗和影响因素数据

时间	系 统 用 电 量 (kWh)	工作日数(天)	节假日数 (天)	月平均干球温 度(K)	月平均湿球温 度(K)	月平均入住率 (%)
2006年1月	631375	19	12	279	277	52.4
2006年2月	605375	18	10	279	277	66.5
2006年3月	587250	23	8	284	281	86.2
2006年4月	539250	22	8	290	286	86.8
2006年5月	686125	18	13	294	290	75.3
2006年6月	800625	22	8	299	295	79.3
2006年7月	1077625	21	10	302	298	70.5
2006年8月	1117500	23	8	303	298	71.2
2006年9月	903250	22	8	297	293	83.2
2006年10月	738000	18	13	295	291	80.2
2006年11月	591750	22	8	288	285	87.5
2006年12月	635000	23	8	281	278	58.7
2007年1月	701625	20	11	278	276	54.8
2007年2月	573625	17	11	283	280	43.3
2007年3月	567875	22	9	285	282	83.2
2007年4月	501875	23	7	289	285	86.1
2007年5月	770125	18	13	296	291	80.8
2007年6月	803125	21	9	298	295	80.2
2007年7月	1083250	22	9	303	299	67.5
2007年8月	1091250	23	8	303	298	68.7
2007年9月	842375	22	8	298	295	84.1
2007年10月	773625	18	13	293	289	86.3
2007年11月	508000	22	8	286	283	85.6
2007年12月	631875	21	10	282	280	75.7
2008年1月	710000	22	9	277	275	76.1
2008年2月	697500	18	11	277	274	56.4
2008年3月	518250	21	10	284	281	74.4
2008年4月	497375	21	9	289	285	81.8
2008年5月	703250	21	10	295	290	69.4
2008年6月	822750	20	10	297	294	67.7
2008年7月	1097125	23	8	303	298	60.3
2008年8月	1004125	21	10	302	299	56.8
2008年9月	930250	21	9	299	295	65.5
2008年10月	727875	20	11	294	290	74.1
2008年11月	562875	20	10	286	283	73.6
2008年12月	618375	23	8	280	277	52.4
2009年1月	711375	17	14	277	275	59.9

2009年2月	536625	21	7	282	280	59.4
2009年3月	538625	22	9	284	281	64.7
2009年4月	532750	21	9	289	285	58.6
2009年5月	763750	19	12	295	289	52.1
2009年6月	790250	22	8	300	296	42.7
2009年7月	979750	23	8	302	298	48.5
2009年8月	972000	21	10	301	298	54.6
2009年9月	860750	23	7	298	295	51.2
2009年10月	684750	17	14	294	290	58.7
2009年11月	588750	21	9	285	283	57.9
2009年12月	756875	23	8	279	277	53.2

表A.2 回归模型模拟计算结果

时间	工作日数（天）	节假日数（天）	月平均干球温度	月平均湿球温度	月平均入住率（%）	系统统计报告期用电量（kWh）
2012年1月	-	-	-	-	-	-
2012年2月	-	-	-	-	-	-
2012年3月	23	8	283	280	81.2	539442
2012年4月	19	11	291	287	84.9	340016
2012年5月	22	9	294	290	75.1	481000
2012年6月	20	10	298	295	75.7	574992
2012年7月	22	9	303	299	66.1	748957
2012年8月	23	8	302	299	65.6	687898
2012年9月	21	9	296	292	77.6	648278
2012年10月	18	13	294	290	80.2	519887
2012年11月	22	8	285	283	82.2	384086
2012年12月	21	10	279	276	62.3	539514
合计	-	-	-	-	-	-

附 录 B

(资料性附录)

中央空调系统节能量测量和验证方案示例 (暂略)

- B.1 项目基本情况
- B.2 项目基期及基期能源利用情况
- B.3 项目统计报告期基期能源利用情况
- B.4 测量和验证方法
- B.5 节能量计算
- B.6 测量仪器

参考文献

- [1] JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示
 - [2] ASHRAE guideline 14-2002 Measurement of energy and demand savings
 - [3] EVO 10000-1:2010 International Performance Measurement and Verification Protocol-Concept and Options for Determining Energy and Water Savings.
 - [4] 潘毅群 主编. ESCO与建筑节能改造-节能量核验方法与案例研究. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013
-