

# 天然气采暖用气指标研究

□ 北京市燃气集团研究院 (100011) 武海琴 王勋 朱瑞娟 丁斌

**摘要:** 本文采用两种不同方法研究采暖用气指标, 一种方法是抽取样本, 跟踪多年用气数据, 得到不同类型建筑的天然气采暖用气指标, 另一种方法根据现行国家标准推荐的耗热指标进行折算, 对比不同方法所得指标之间的差异及其原因。

**关键词:** 天然气 采暖 指标

## 1 引言

随着天然气事业的发展, 天然气的应用领域不断扩展, 天然气采暖在我国北方城市得到不断的应用, 因而需要掌握较为准确的天然气采暖用气指标。现行的国家标准对建筑物的耗热指标做出了规定, 多数城市通过采暖热指标进行折算, 确定用气指标。但目前尚缺乏对实际运行数据的跟踪研究, 本文通过跟踪锅炉房的实际运行数据, 采用数理分析方法得到天然气用气指标, 并对两种用气指标进行对比分析。

## 2 实际运行数据跟踪研究

本文收集了400余个天然气锅炉房采暖用户作为样本, 跟踪了2004年~2014年期间共10个采暖期的用户数据。根据功能的不同, 将采暖用户分为住宅、学校、医院(幼儿园)、办公楼、宾馆饭店等几类。

根据所有样本用户各采暖期的运行数据, 分别计算得到各子类用户10个采暖期实际运行数据, 采用数理统计方法, 剔除非正常用气的用户, 计算得到各子类采暖用户的单位面积年用气量及其置信度为95%的置信区间, 表1是各子类用户在不同采暖期的单位面积用气量均值。为了解采暖用气量与室外气温的量化关系, 同时在表1中列出10个采暖期的室外平均气温。

表1 各类采暖用户在不同采暖期的用气量均值 ( $m^3/m^2 \cdot a$ )

	住宅	学校	医院、幼儿园	办公楼	宾馆饭店	采暖期平均温度 ( $^{\circ}C$ )
2004年~2005年	9.06	6.70	12.7	10.07	9.53	-0.45
2005年~2006年	9.29	8.12	10.42	11.22	10.46	0.00
2006年~2007年	8.14	7.17	10.02	8.56	9.72	1.21
2007年~2008年	7.94	6.89	8.28	8.33	9.60	1.03
2008年~2009年	8.44	6.92	10.48	8.02	10.25	0.43
2009年~2010年	9.15	6.52	11.88	8.05	10.29	-1.80
2010年~2011年	8.57	7.22	9.60	7.73	9.67	0.04
2011年~2012年	8.72	7.10	9.90	7.97	7.93	-0.48
2012年~2013年	8.62	7.59	11.65	8.18	9.94	0.07
2013年~2014年	8.50	6.88	10.39	7.80	9.10	1.68

经计算, 采暖用气量与采暖期室外平均温度具有较强的负相关性, 如住宅用户, 两者的相关系数为-0.726, 因此, 可以建立各类用户的采暖用气量线

性回归模型，如式（1）

$$V=a+b\Delta t \quad (1)$$

式中， $V$ ——单位面积采暖用气量， $m^3/m^2$ ；

$a, b$ ——回归参数；

$\Delta t$ ——室内外温差，室外温度取各采暖期的室外平均温度，室内温度 $18^\circ C$ 。

根据各类用户的回归方程和北京市的“标准年气象参数<sup>[1]</sup>”，可以计算得到各类用户的用气指标及其置信度为95%的置信区间，如表2。

表2 各类用户采暖用气指标

用户类别	年用气指标 ( $m^3/m^2 \cdot a$ )	
	均值	置信区间
住宅	8.41	(7.89, 8.93)
学校	6.90	(5.59, 8.21)
医院、幼儿园	10.26	(8.68, 11.84)
办公楼	8.34	(6.93, 9.76)
宾馆饭店	9.37	(8.22, 10.52)

### 3 现行标准折算的采暖用气指标

《城镇燃气设计规范》GB50028-2006规定：“采暖通风和空调用气量指标，可按国家现行标准《城市热力网设计规范》CJJ34或当地建筑物耗热量指标确定。”

CJJ34经2010年修订后，更名为《城镇供热管网设计规范》，其中规定，当无建筑物设计热负荷资料时，民用建筑的采暖热负荷按公式（2）计算

$$Q_h = q_h A_c \times 10^{-3} \quad (2)$$

式中， $Q_h$ ——采暖设计热负荷（kW）；

$q_h$ ——采暖热指标（ $W/m^2$ ）；

$A_c$ ——采暖建筑物的建筑面积（ $m^2$ ）。

其中几类用户的采暖热指标如表3。

根据采暖热指标，计算单位面积采暖全年耗热量，根据CJJ34的相关规定，民用建筑的单位面积采暖全年耗热量可按式（3-3）计算

$$q_h^a = 0.0864 N q_h \frac{t_i - t_a}{t_i - t_{oh}} \quad (3)$$

式中， $q_h^a$ ——单位面积全年耗热量（GJ）；

$N$ ——采暖期天数（d）；

表3 采暖热指标推荐值 ( $W/m^2$ )

建筑类型	采暖热指标	
	未采取节能措施	采取节能措施
住宅	58 ~ 64	40 ~ 45
学校	60 ~ 80	50 ~ 70
医院、幼托	65 ~ 80	55 ~ 70
办公	60 ~ 80	50 ~ 70
宾馆	60 ~ 70	50 ~ 60

注：1.表中数据适用于我国东北、华北、西北地区；

2.该热指标已包含了5%的管网热损失。

$t_i$ ——室内计算温度（ $^\circ C$ ）；

$t_a$ ——采暖期室外平均温度（ $^\circ C$ ）；

$t_{o,h}$ ——采暖期室外计算温度（ $^\circ C$ ）；

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012规定，严寒和寒冷地区的供暖室内计算温度为 $18^\circ C \sim 24^\circ C$ ，按照气候分区标准，北京市属于寒冷地区；北京市的设计计算用供暖天数 $N=123$ 天，采暖期室外平均温度 $t_a=-0.7^\circ C$ ，采暖室外计算温度 $t_{oh}=-7.6^\circ C$ 。根据上述取值，计算各类用户的全年单位面积耗热量如表4。进一步采用公式（4）计算单位面积天然气消耗量：

$$B = \frac{q_h^a}{Q_L \eta} \quad (4)$$

式中， $B$ ——单位面积天然气消耗量（ $m^3/m^2$ ）；

$Q_L$ ——天然气低位热值（ $MJ/m^3$ ）；

$\eta$ ——天然气锅炉的热效率。

在计算中取城市天然气的低位热值取 $36.75 MJ/m^3$ ，由于不同设备热效率不同，设备效率暂取100%，单位面积耗气量计算结果如表4。

### 4 两种指标的对比分析

通过对比表2和表4的两种指标，可以发现，通过跟踪实际运行数据得到的年用气指标小于CJJ34折算得到的用气指标，尤其学校类用户，两种指标有较大差异，主要原因如下：

（1）不同地区热指标的取值差异。CJJ34中推荐的热指标涵盖了我国东北、华北、西北地区，适用于寒冷地区和严寒地区，北京属于寒冷地区，取其中的较低值适宜。

表4 不同室内计算温度和热指标取值下的全年单位面积耗热量及耗气量

用户类别	室内计算温度 (°C)	采暖热指标 (MJ/m <sup>2</sup> )		采暖用气指标 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	
		未节能	节能	未节能	节能
住宅	18	450~496	310~349	12.25 ~ 13.52	8.45~9.51
	20	462~510	319~359	12.58 ~ 13.88	8.68~9.76
	22	473~482	326~367	12.86 ~ 14.19	8.87~9.98
	24	481~531	332~373	13.11 ~ 14.47	9.04~10.17
学校	18	466~621	388~543	12.67 ~ 16.90	10.56~14.79
	20	478~638	398~558	13.01 ~ 17.35	10.84~15.18
	22	489~652	407~571	13.31 ~ 17.74	11.09~15.52
	24	498~664	415~582	13.56 ~ 18.08	11.30~15.82
医院幼托	18	505~621	427~543	12.67 ~ 16.90	11.62~14.79
	20	518~638	438~558	13.01 ~ 17.35	11.93~15.18
	22	529~652	448~571	13.31 ~ 17.74	12.20~15.52
	24	540~664	457~582	13.56 ~ 18.08	12.43~15.82
办公楼	18	466~621	388~543	12.67 ~ 16.90	10.56~14.79
	20	478~638	398~558	13.01 ~ 17.35	10.84~15.18
	22	489~652	407~571	13.31 ~ 17.74	11.09~15.52
	24	498~664	415~582	13.56 ~ 18.08	11.30~15.82
宾馆	18	466~543	388~466	12.67 ~ 14.79	10.56~12.67
	20	478~558	398~478	13.01 ~ 15.18	10.84~13.01
	22	489~571	407~489	13.31 ~ 15.52	11.09~13.31
	24	498~582	415~498	13.56 ~ 15.82	11.30~13.56

(2) 供暖期实际室外温度与标准规定的供暖期室外温度的差异。根据标准中规定的热指标折算天然气用气指标时，所采用的供暖期室外平均温度为GB50736规定的-0.7°C，而文中所跟踪的用户实际运行数据为2004年~2014年间的10个采暖期，其中仅有一个供暖期中的室外平均温度低于-0.7°C，其他9个采暖期的室外平均温度均明显高于-0.7°C。显而易见，采暖设备在高于设计工况的室外气温情况下运行，用气负荷会明显低于设计工况下的负荷。

(3) 节能建筑的不断增加，以及运行过程中的节能管理，使得建筑综合热指标有下降趋势。

(4) 对于学校类用户，由于在相对较为寒冷的1月下旬~2月这个时间段会低温运行或停止供暖，根据用气规律统计结果可知，这个时间段的采暖用气量约占整个采暖期的25%~30%，因而计算得到的用气指标明显低于标准值。

## 5 结论

(1) 通过跟踪实际运行数据统计分析与通过现

行相关标准折算得到的天然气采暖用气指标，有较大差异，前者得到的用气指标较小；

(2) 造成两种指标差异的主要在于涵盖地域范围、气象条件、节能设计及运行、用户运行等规律等多方面的原因；

(3) 不同地区、不同类别的建筑在进行各类建筑采暖设计时，应该充分结合地域特点、气象条件、建筑节能情况和用户运行规律，对采暖用气指标进行修正。

### 参考文献

- 张晴原. 中国建筑用标准气象数据库. 机械工业出版社, 2004: 7
- 建设部标准定额研究所. 居住建筑节能设计标准. 中国计划出版社, 2001: 12
- 贺平. 供热工程. 中国建筑工业出版社, 1993: 11
- 陆耀庆. 实用供热空调设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993