

# 西安思源学院分布式供暖的热能耗比较研究

马青华, 张学梅, 周士恒, 王青华, 徐明, 张康利, 李东\*

西安思源学院, 陕西 西安

收稿日期: 2021年10月18日; 录用日期: 2021年11月3日; 发布日期: 2021年12月2日

## 摘要

西安思源学院经历了燃煤集中供暖 - 燃气集中供暖 - 燃气分布式供暖三个时期, 从总吨位为42蒸吨的4座燃煤供热锅炉房(负责27万m<sup>2</sup>建筑的供暖、学生老师洗浴用热水的供给任务)逐步改造到燃气锅炉房33个, 换热站5座, 非冷凝型燃气供热锅炉53台, 淘汰传统集中供暖, 创新为各楼宇独立供暖 - 分布式供暖。根据多年收集的热能耗数据分析得出: 燃气分布式供暖比燃气集中供暖节能, 燃气集中供暖比燃煤集中供暖节能。将最节能的燃气分布式供暖所耗热值定为100%, 燃气集中供暖所耗的热值则为130.7%, 燃煤集中供暖所耗的热值则为191.8%。

## 关键词

集中供暖, 分布式供暖, 节能

# Comparison Study of Thermal Energy Consumption in Distributed Heating at Xi'an Siyuan University

Qinghua Ma, Xuemei Zhang, Shiheng Zhou, Qinghua Wang, Ming Xu, Kangli Zhang, Dong Li\*

Xi'an Siyuan University, Xi'an Shaanxi

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2021; accepted: Nov. 3<sup>rd</sup>, 2021; published: Dec. 2<sup>nd</sup>, 2021

## Abstract

Xi'an Siyuan University experienced three periods from coal central heating to gas central heating, until gas distributed heating. In the coal central heating period, there were total 4 coal-burning

\*通讯作者。

文章引用: 马青华, 张学梅, 周士恒, 王青华, 徐明, 张康利, 李东. 西安思源学院分布式供暖的热能耗比较研究[J]. 电力与能源进展, 2021, 9(6): 303-309. DOI: 10.12677/aepe.2021.96032

boiler stations with capacity of 42 tons of steam tonnage, and was responsible for both heating of 270000 m<sup>2</sup> building, and showing of students and teachers. In the gas distributed period, there are now total 33 gas boiler rooms, 5 heat exchange stations, 53 sets of non-condensing gas heating boiler. Eliminate traditional central heating and innovate independent heating for each building-distributed. According to the analysis of thermal energy consumption data collected over the years, the gas distributed heating is more energy saving than the gas central heating, and the gas central heating is more energy saving than the coal central heating. If the heat value of the most energy-efficient system—gas distributed heating is set as 100%, the gas central heating is 130.7%, and the coal central heating is 191.8%.

## Keywords

Central Heating, Distributed Heating, Energy Saving

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高校作为能源消耗大户，降低能耗，创建低碳节能环保校园，既是义不容辞的社会责任，也是提高办学效益、实现高质量发展的迫切需要。北方城镇集中供暖能耗占全社会终端能耗 11%，供暖节能应该是我国建筑节能工作中潜力最大、最主要的途径，应该作为建筑节能工作的重点[1]-[6]。

供暖系统是由热源、热网、操作者和热用户 4 个重要环节组成。供暖节能就是根据热源设备、热网设计的现实情况，从热用户在不同时间、不同场合的需求出发，操作者对供热调节方式、方法和手段进行操作以达到大幅度节能、节电，提高能源利用率，以获取更大的经济效益、社会效益和环境效益[7] [8] [9] [10]。

西安思源学院经历了煤改气、集中供暖改分布供暖的改造过程，过程中遇到了一些供暖热能耗实际问题。比如集中供暖时燃煤与燃气在能耗上的差别，造成这种差别的具体原因，再者同样是燃气提供热源，集中供暖与分布式供暖在能耗上的差别及原因，除了技术原因造成能耗上的差别外，管理方式可能造成集中供暖与分布供暖在能耗上的差别。为此，本文用 4 号锅炉房的实际例子来分析以上问题。

## 2. 研究内容

### 2.1. 基本情况

西安思源学院占地 1600 余亩，地势东高西低，建筑物最高落差将近 30 余米。由于最初的发展需求，学校先后建设集中式供热锅炉房 4 座，总吨位为 42 蒸吨，负责 27 万 m<sup>2</sup> 建筑的供暖、学生老师洗浴用热水的供给任务。其中四号(南校区、中学)锅炉房供暖面积约为 5.3 万平方米。

自 2015 年开始，学校提出淘汰传统集中供暖，创新为各楼宇分区独立“分布式供暖”。经过近 6 年的建设，学校的每栋楼宇实现了独立燃气供暖。目前，全校建设燃气锅炉房 33 个，换热站 5 座，非冷凝型燃气供热锅炉 53 台，这些锅炉房和非冷凝型燃气锅炉分布在各个楼宇，为各楼宇独立供暖和洗澡水，学生不出宿舍楼就可以解决洗澡问题。2015 年改造四号锅炉房燃煤锅炉，将其替换为燃气锅炉。2018 年将 4 号锅炉房原供暖区域改为分布式锅炉房，分为教学楼、1、2、3、23、24#宿舍楼 6 个独立供暖区域。

西安的供暖季是每年的 11 月 15 日开始,到来年的 3 月 15 日结束。在整个供暖季里,12 月整个月是高校满负荷运转的月份,故取 12 月作为能耗比较的时间单位,比较热值的单位则换算为万立方米天然气。

## 2.2. 燃煤集中供暖热值

2010 年 12 月 4#锅炉房供热燃煤消耗量统计见表 1。如表 1 所示,2010 年 12 月整个月,4 号锅炉房用热值为 5000 大卡的原煤 285 吨。我国规定每千克标准煤的热值为 7000 千卡,所用原煤 285 吨折算成标准煤为 203.57 吨。天然气每立方米的热值为 8600 千卡。1 万立方米天然气所产生的热值相当于 12.2857 吨标准煤。4 号锅炉房在 2010 年 12 月整个月用于集中供暖的煤相当于  $203.57/12.2857 = 16.57$  万立方米天然气。

**Table 1.** Statistics of coal consumption for heating in 4# boiler house in December 2010

**表 1.** 2010 年 12 月 4#锅炉房供热燃煤消耗量统计

日期	名称	原煤热值(大卡)	原煤消耗量(t)	折合成标准煤(t)
2010.12	4#锅炉房	5000	285	203.57

## 2.3. 燃气集中供暖热值

2015 年 12 月和 2016 年 12 月的集中供暖每日燃气量见表 2,算出两年 12 月的集中供暖时平均月总耗气量为 11.2906 万  $m^3$ , 平均每天耗气量为 3642  $m^3$ 。

**Table 2.** Statistics of gas consumption for 4# boiler heating in December 2015 and 2016

**表 2.** 2015、2016 年 12 月 4#锅炉供热燃气消耗量统计

日期	2015 年( $m^3$ )	2016 年( $m^3$ )	两年平均用气量( $m^3$ )
12.1	3472	3815	3643
12.2	2962	2966	2964
12.3	3944	2238	3091
12.4	3766	4438	4102
12.5	3071	3856	3463
12.6	2948	4470	3709
12.7	4027	4315	4171
12.8	2502	3474	2988
12.9	4129	3760	3944
12.10	3274	3322	3298
12.11	4162	4011	4086.5
12.12	4107	4215	4161
12.13	4416	3905	4160.5
12.14	2763	4407	3585
12.15	4028	4028	4028
12.16	3910	3072	3491
12.17	4091	3474	3782.5

## Continued

12.18	4044	3000	3522
12.19	4202	2903	3552.5
12.20	3246	3027	3136.5
12.21	3984	2931	3457.5
12.22	4185	3100	3642.5
12.23	4171	3482	3826.5
12.24	4255	2801	3528
12.25	4251	4090	4170.5
12.26	3795	3543	3669
12.27	3603	3580	3591.5
12.28	3854	3350	3602
12.29	3951	3576	3763.5
12.30	3700	3595	3647.5
12.31	3662	2558	3110

## 2.4. 燃气分布式供暖

2019年12月4#锅炉供热燃气消耗量统计见表3, 2019年12月分布式供暖时月总耗气量为8.6389万 $\text{m}^3$ , 平均每天耗气量为2786 $\text{m}^3$ 。

**Table 3.** Statistics of 4# boiler heating gas consumption in December 2019

**表 3.** 2019年12月4#锅炉供热燃气消耗量统计

日期	中学1号楼	中学2号楼	中学3号楼	中学教学楼	23号楼	24号楼	合计用气量 $\text{m}^3$
12.1	295	412.8	288	283	722	638	2638.8
12.2	364	392.1	388	294	605	700	2743.1
12.3	302	373.7	390	319	638	714	2736.7
12.4	333	377.8	465	417	594	706	2892.8
12.5	300	386.1	410	286	639	736	2757.1
12.6	275	275.2	522	294	706	712	2784.2
12.7	755	278.6	341	322	673	702	3071.6
12.8			211	33	653	629	1526
12.9	150	180.3	456	299	597	603	2285.3
12.10	166	194.4	489	332	580	715	2476.4
12.11	175	193	478	371	629	656	2502
12.12	250		500	479	642	653	2524
12.13	243		369	444	674	721	2451
12.14	163		256	531	648	722	2320
12.15	288	317.7	389	130	664	621	2409.7

Continued

12.16	266	382.7	451	317	553	667	2636.7
12.17	256	347.5	500	556	620	765	3044.5
12.18	298	377.5	512		662	688	2537.5
12.19	331	333.4	475		526	633	2298.4
12.20	335	363.4	488	457	748	742	3133.4
12.21	156	163.5	300	31	688	762	2100.5
12.22	378	525.2	516	623	692	753	3487.2
12.23	369	462.4	503	261	665	654	2914.4
12.24	388	409.8	499	259	725	856	3136.8
12.25	382	410	456	260	717	987	3212
12.26	392	425.6	480	352	894	1071	3614.6
12.27	365	400.6	503	475	913	928	3584.6
12.28	136	130.6	261	473	815	944	2759.6
12.29	205	93.3	283	221	782	794	2378.3
12.30	366		388	255	810	814	2633
12.31	376		396	322	889	496	2479

分布式供暖比集中供暖比较见图 1。由图 1 可以看出,对于每一天,集中供暖所耗的天然气体积都大于分布式供暖所耗的天然气体积。分布式供暖比集中供暖在 12 月节气 26517 m<sup>3</sup>,节省耗气量 23.48%。

如果将最节能的燃气分布式供暖所耗的热值定为 100%,那么所有<100%的能耗的供暖方式都比燃气分布式供暖节能,所有>100%的能耗的供暖方式都比燃气分布式供暖耗能。通过计算,燃气集中供暖所耗的热值则为 130.7%,燃煤集中供暖所耗的热值则为 191.8%。所以,将三种供暖方式的能耗进行排序应该是:燃煤集中供暖 > 燃气集中供暖 > 燃气分布式供暖。

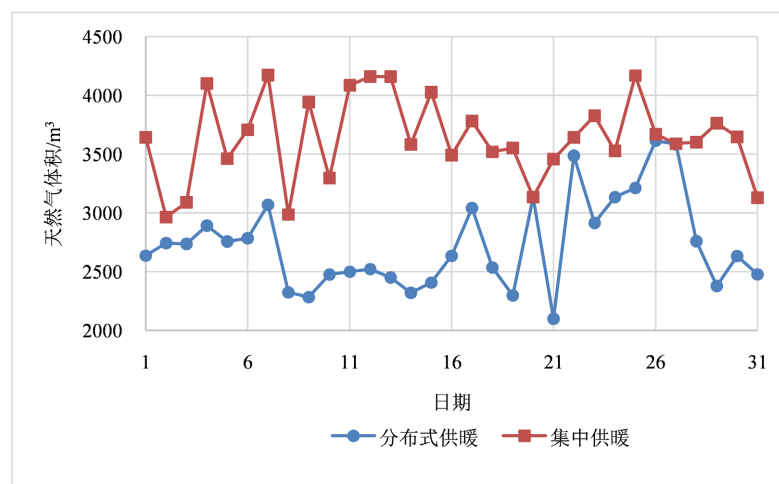


Figure 1. Daily gas consumption of central heating and distributed heating in December

图 1. 12 月集中供暖与分布供暖每日耗气量

### 3. 结果与讨论

燃气集中供暖比燃煤集中供暖节能是因为天然气锅炉的利用率比煤炭锅炉的利用率高。在很多情况下,煤炭锅炉的利用率只有 60%~70%,而天然气锅炉的利用率可以达到 95%。我们分析燃气分布式供暖比燃气集中供暖节能应该有以下几点原因。

#### 3.1. 减少热力在管网输送中的热能流失

原有的集中供暖管网最早始建于 2000 年,二十年的使用,地下管网跑冒滴漏的现象逐年增多,而且漏点难以查找。即使找到地下漏点,维修时必须局部甚至全部管网排水(热水)放空,维修好后再次管网注水(冷水)运行,一次维修热量损失巨大。另外,在维修期间,该供暖系统局部甚至全部都需停止供暖,严重影响供暖系统正常的热力供给。

相对于集中供暖而言,分布式供暖的热源和终端热用户都在一栋建筑内,可以说热能不出楼,几乎不存在管网输送中的热能流失。供暖管网一旦有损坏漏水的现象,由于所有管道都在本栋楼内,几乎都在明处,易发现,易维修。即使该栋建筑的供暖设施故障造成停供,影响范围相对于集中供暖要小得多。

#### 3.2. 减少水力不平衡现象

学院依山势而建,热源和热用户的位置存在一定的高度差。集中供暖室外热力输送管道较长,高度差和长管道在一个供暖系统中就形成了水力不平衡现象,严重影响供暖质量,特别是影响供热系统的末端的供暖效果。学校曾采用调节管网上的阀门增加热水流量和提高供暖温度等措施,但是供暖质量仍然欠佳。但分布式供暖的热源和终端热用户都在同一栋建筑内,热能不出楼,供暖效果更好。

#### 3.3. 操作人员的创新管理

供暖系统是由热源、热网、操作者和热用户 4 个重要环节组成,关于操作者的作用讨论很少。学院在集中供暖时,学生反映的有关供热问题,操作人员直接汇报后勤服务中心,后勤服务中心就派出水电暖值班人员检查并采取相应措施。这中间存在很多的责任不清与矛盾,也造成很多的热能浪费。

实行分布式供暖后,结合以往各楼供暖季锅炉耗气量,科学合理地设定节气目标,并将节气目标分解到各楼宇,并落实节气考核奖励制度。2018 年学校制定了《西安思源学院冬季供暖节气考核奖励办法》,节约天然气考核实行“节余有奖”的管理办法,供暖结束后完成节气目标并有结余,则拿出结余气量费用的 20%用以奖励该栋楼锅炉管理人员。学校专门成立节气考核小组,对各楼供暖质量、热用户的满意程度和节气情况进行检查和考核,由学校给予表彰奖励。截止今年供暖节气考核办法已经实施 2 年,节能效果明显。

### 4. 结语

- ① 天然气锅炉的利用率比煤炭锅炉的利用率高,燃煤集中供暖比燃气集中供暖多消耗热值 46.77%。
- ② 分布式供暖比集中供暖在 12 月节气 26517 m<sup>3</sup>,节省耗气量 23.48%。
- ③ 热力在管网输送中的热能流失和水力不平衡现象以及操作人员的创新管理三大原因是分布式供暖与集中供暖存在巨大差别的主要原因。
- ④ 将燃气分布式供暖所耗的热值定为 100%,气集中供暖所耗的热值则为 130.7%,燃煤集中供暖所耗的热值则为 191.8%。三种供暖方式的能耗进行排序应该是:燃煤集中供暖 > 燃气集中供暖 > 燃气分布式供暖。

---

## 基金项目

高效中水回用系统技术标准体系研究(2021slkj-14)。

## 参考文献

- [1] 冉春雨, 周晓亮, 王春清. 采用量调节分区分时供暖应用研究[J]. 吉林建筑工程学院学报, 2009, 26(1): 75-78.
- [2] 赵建会, 张刘刚, 符新燕. 公共建筑分时分温供暖节能研究及效益分析[J]. 西安科技大学学报, 2010, 30(3): 336-340.
- [3] 邵宗义, 马长明, 韦梓春. 公共建筑分时分区控制的能耗模拟分析[J]. 建筑热能通风空调, 2015, 34(2): 75-77.
- [4] 陈希习. 应用节能技术改造供暖系统[J]. 节能技术, 2001, 19(1): 40-41.
- [5] 王翀. 分时分区供暖控制系统的应用[J]. 石油石化节能, 2015(5): 28-29.
- [6] 杨中华. 分区供暖控制系统研究[J]. 科学技术创新, 2019(36): 113-114.
- [7] 申思, 丁心安, 朱文秀. 高校建筑分时分区供热节能改造经济性自动评价模型[J]. 自动化与仪器仪表, 2021(7): 13-16.
- [8] 杨猛, 王英杰. 基于某校区燃煤锅炉替代项目分时分区供热能耗的研究[J]. 工程建设与设计, 2020(15): 43-46.
- [9] 穆连波, 张春蕾, 王炳南, 等. 供热系统分时分区控制节能实测分析[J]. 暖通空调, 2013, 43(6): 109-112.
- [10] 刘婷婷, 邹艳, 田娟荣, 等. 高校建筑分时分区供暖的节能率及节费率评估[J]. 四川建筑科学研究, 2015, 41(1): 292-294+299.