

燃气辐射供暖在高大空间建筑物供暖的应用*

陈鸣山¹, 曹金文²

(1. 南京师范大学动力工程学院, 210042, 南京; 2. 法国燃气供暖工业公司中国代表处, 200035, 上海)

[摘要] 通过对高大空间各种供暖方式的技术分析, 提出燃气辐射供暖是解决高大空间供暖的有效途径, 并阐述了这种供暖方式的原理、工作方式、特点与应用。

[关键词] 高大空间, 供暖方式, 燃气辐射

[中图分类号] TU 832; [文献标识码] B; [文章编号] 1672- 1292(2002) 02- 0093- 04

长期以来, 厂房、体育馆、仓库等具有高大空间的建筑物的供暖设计一直是困扰暖通工程师的一个难题。

常规的对流散热器采暖方式如图1所示, 由锅炉房来的热媒(热水或蒸汽)经过输送管路(热网)将热媒送至用户(散热器)。在用户端散热器先加热空气, 冷、热空气在空间内, 由于密度差热空气向上流动, 冷空气向下流动, 导致房间内温度形成严重的垂直梯度, 而伴随产生无效耗热量。为了达到一定的供热效果, 必须加热建筑物里的所有空气, 而热空气又总是在房间的上半部分, 实际需要用热的人和物体都在温度较低的房间下半部, 因此, 热的有效利用率较低, 特别是对一些大空间、半开放式空间供热, 采用这种空气循环对流方式热损失更大, 供热效果不好。往往房间顶部温度高, 底部温度低。房间高度越高, 这种作用越明显, 有的房顶温度高达40℃, 而人的活动空间温度只是10℃左右。这样的温度分布, 人体感觉不舒服, 会造成过量能源浪费, 容易产生扬尘现象, 影响人体健康。

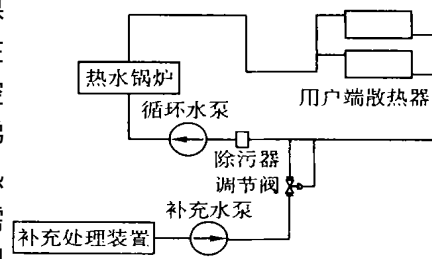


图1 热水锅炉房供暖系统

燃气辐射供暖是利用天然气、液化石油气或人工煤气等可燃气体, 在特殊的燃烧装置——辐射管内燃烧而辐射出各种波长的红外线进行供暖的。我们知道, 物体的辐射强度与热力学温度的4次方成正比。温度越高, 辐射强度越高。根据辐射强度的不同分为高强度、中强度和低强度。高强度设备通常用在空间高度特别大的建筑物(20 m以上), 辐射体表面温度一般在900℃以上。中强度设备辐射体表面温度一般在600℃左右, 适用于中等高度的建筑物(3 m以上, 20 m以下), 它的应用范围最广。低强度设备辐射体表面温度一般在500℃以下。

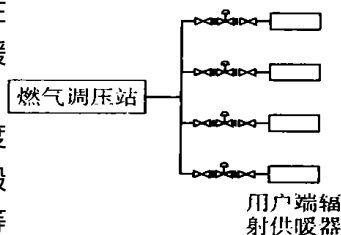


图2 燃气辐射供暖系统

中强度设备一般都是辐射管式的。燃气辐射供暖系统如图2所示。辐射管中燃气的平均温度范围大约在150~ 650℃之间。

下面我们将对流散热器供暖与燃气辐射管供暖做一个比较。

* 收稿日期: 2002- 03- 14.

作者简介: 陈鸣山, 1944- , 南京师范大学动力工程学院副教授, 主要从事动力系统工程的教学与研究。

1 对流散热器供暖

1.1 工作原理^[1]

燃料在锅炉内通过燃烧将其中化学能转变成高温烟气的热能,高温烟气在炉内把热量传给热媒(热水或蒸汽),再经过输送管路(热网)将热媒送至用户(散热器).具有一定温度的热媒(热水或蒸汽)在散热器内流动时,散热器就把热媒所携带的热量不断地传给室内的空气和物体,其散热过程为:

- (1) 散热器内热水或蒸汽通过对流换热把热量传给散热器内壁面;
- (2) 散热器内壁面通过导热把热量传给外壁;
- (3) 外壁通过对流换热把大部分热量传给空气,很少热量通过辐射传给室内的物体和人.

1.2 对流散热器供暖的缺点

(1) 能量转换环节多,热效率低.供暖系统的热效率 η 如下^[2]: $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$, η_1 —锅炉热效率(%),通常供热小锅炉的 η_1 只有70%; η_2 —供热外管网热效率,为85%; η_3 —散热器的热效率为80%,这样整个供热系统的热效率只有47.6%左右.由于垂直温差效应,实际的有效热效率只有30~35%.

(2) 需要有一个外部燃烧系统,它包括锅炉、水处理设备、风机、给水泵等,一次投资较大.如果用户端热媒为热水,对于蒸汽锅炉系统,还需另建一汽水热交换站,系统复杂度增加.

(3) 燃煤锅炉在燃烧过程中,会产生大量的硫化物、氮氧化物和粉尘,严重污染环境.

(4) 升温慢,热能浪费大.供暖结束后,大量的热能仍残留在热网和供暖空间里,造成浪费.

(5) 由于空气的对流作用,导致室内垂直温差大,房间高度越高,这种作用越明显,人体感觉并不舒服.

(6) 对流散热器通常布置在窗下,对于大跨距建筑物,不但布置困难,而且供暖效果差.

2 燃气辐射供暖

2.1 工作原理

燃气辐射供暖是利用天然气、液化石油气或城市煤气等可燃气体,在特殊的燃烧装置内燃烧而辐射出各种波长的红外线进行供暖的.图3是法国GAZ INDUSTRIE公司生产的燃气辐射管供暖器.

红外线是整个电磁波波段的一部分,不同波长的电磁波,接触到物体后,将产生不同的效应.波长在0.76~1000 μm 之间的电磁波,尤其是波长在0.76~40 μm 之间,具有非色散性,因而能量集中,热效应显著,所以称为热射线或红外线.燃气辐射管发出的红外线波长,正好全部在此范围内,当红外线穿过空气层时,不会被空气所吸收,它能穿透空气层而被物体直接吸收,并转变为热量,不仅如此,红外线还能够穿过物体或人体表面层一定的深度,进行加热,这就是辐射供暖的基本原理.

红外线辐射采暖类似于太阳辐射,太阳加热地球表面与暖气片加热不同,它不需要加热大气,而是靠太阳光直接将热量辐射到地球表面上,通过红外线辐射,对辐射到的区域进行直接加热,辐射热量能被混凝土地板、人和各种物体所吸收,并通过这些物体进行二次辐射,从而加热四周的其它物体.红外线辐射采暖,房间底层温度高,工作环境温暖舒适,上层温度低,因此其热利用率高.它可适用于3~50m高度的供暖.

图4是燃气辐射管的一个示意图.它包括燃烧器(burner)及火焰检测系统(ignition electrode)、辐射管(radiant tube)、引风机(fan extractor)、控制盒(control box)、反射罩(reflector).该设备可具有点火程序控制、熄火保护.

当电源接通后,引风机首先启动,进行15t的抽吸清扫(黄灯和红灯闪),此时,在辐射管内产生一定

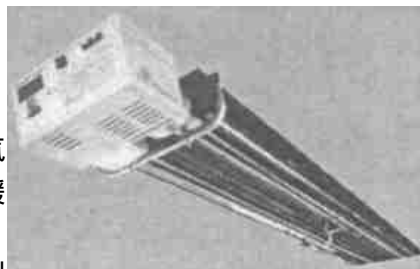


图3 燃气辐射管供暖器

的负压,燃烧器空气入口处的负压值约 50~90 Pa,燃烧所需的空气就从燃烧器侧的空气入口进入系统,在控制盒内有一负压检测系统,它一旦检测得负压达到规定值后,点火装置开始点火,在这同时,燃气侧的电磁阀打开,燃气进入燃烧器开始燃烧。

如果点火不成功(黄灯亮和红灯闪),火焰检测系统检测不到火焰,系统立即切断燃气供应电磁阀。延迟一段时间后,系统又开始新一轮点火。

如果在工作过程中,负压检测系统检测不到规定的负压值或者检测不到火焰,系统自动切断电磁阀,这充分保证了系统的安全性和可靠性。

2.2 燃气辐射供暖的优点

(1) 节约能源,大大降低运行成本,根据法国 GAZ INDUSTRIE 的模拟阳光实验室的测算,辐射采暖比对流采暖节约能源可达 30%~60%,主要体现在以下几方面:

第一,由于辐射采暖时,辐射热直接照射采暖对象,几乎不加热环境中的空气,因此辐射采暖时的空气温度比相同卫生条件下对流采暖时的空气温度低,一般可以低 5~10℃,因此室内外温差小,所以冷风渗透量也较小。第二,辐射采暖时,辐射热直接向下辐射,地面部分还可以积蓄部分热量,因此室内空气温度梯度小,相应建筑物上部的热损失也较小。第三,燃气在输送过程中只有很小的损失,同时辐射器单元的燃烧效率高达 98% 以上,因此整个采暖系统的有效热效率高达 85% 以上。

(2) 红外线对健康有益,舒适感更好。燃气红外线辐射供暖的辐射强度高、效果好。在辐射采暖的环境中,围护结构、地面和设备表面有较高的温度,人体有较好的舒适感,人的实感温度高于周围环境的空气温度。

(3) 启动快、升温快、停机快,运行管理简单,冷却缓慢。由于辐射采暖利用红外线传热,以光速传播,所以辐射面一经达到一定温度后,既可供热并解除人体或设备的冷感觉。在采暖期间,四周的围护结构,地面以及室内设备,均吸收辐射热量,并蓄存一部分热量,当辐射采暖停止后,这些积蓄热量,开始向环境散热,可以保持一定的热环境。所以辐射采暖特别适用于间歇式采暖的地方,可以根据使用供暖时间随时起停,如仓库、会场、体育场馆、集体食堂、剧院等。

(4) 对建筑物围护结构的形式要求不高。可以对高大空间、半开放式空间进行加热,甚至可以在室外进行采暖,这是对流采暖无法做到的。可以根据不同的需要,灵活地布置,进行全面采暖,也可以在一个很大的空间内,在局部区域进行采暖。

(5) 系统简单安装周期短。辐射装置一般均安装在建筑物采暖空间的上部,所以很少占用或不占建筑使用面积,节约了宝贵的建筑用地。

(6) 降低一次性投资。只需在城镇燃气管网上接管,并在系统入口安装调压稳压设备,一次性投资有所降低。同时由于热媒温度高,辐射器金属耗量也有所减少。

(7) 自动控制与温度调节容易实现。

(8) 燃烧洁净能源。无污染,符合国家环境保护要求。

3 投资及运行费用比较

3.1 对流散热器供暖的投资费用

以江苏常州科技开发区某厂房为例,以供暖设计室外计算温度为 -5℃,室内计算温度为 18℃,其 10 000 m² 的高大空间建筑物,其室内供暖系统造价通常在 120 万元以上,室外供热管网及锅炉房造价通常在 180 万元以上,则总投资大约在 300 万元以上。

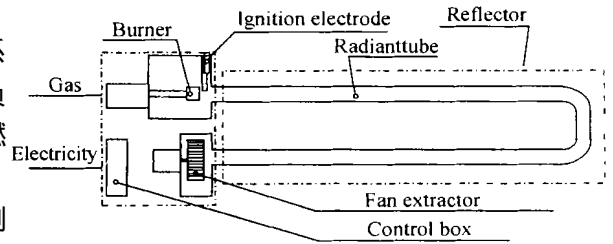


图 4 燃气辐射管简图

3.2 燃气辐射供暖的投资费用

对同样的厂房和设计要求,供暖系统室内、外总造价仅为120万元左右(城市燃气管网建设费除外),系统投资有较大降低.

3.3 对流散热器供暖系统的运行费用

以燃煤锅炉每日运行10 h计算(下班以后锅炉不能停火):

煤耗:约2 000元;电费、人工费、水费:约800元;合计:约2 800元/d.

以上只是燃煤锅炉的运行费用,如燃料为油或气,则运行费用更高.

3.4 燃气辐射供暖的运行费用

辐射供暖以每日8 h计:

液化气费用:约2 300元;电费:30元;合计:约2 330元/d.

与对流散热器系统相比,采用燃气辐射管系统,10 000 m²高大空间建筑物,每天可节省采暖系统运行费用约470元,则每月可节省约14 100元.

4 结论

燃气辐射供暖,无论是供暖效果、设备投资、运行费用都具有一定的优势.燃气辐射供暖省去了将高温烟气热能转变为低温热媒(热水或蒸汽)热能这样一个能量转换环节,排烟温度低、热效率明显提高.具有构造简单、外形小巧、发热量大、热效率高、安装方便、造价低、操作简单、无噪音、环保、洁净等优点.它特别适用于体育场馆、游泳池、礼堂、剧院、食堂、餐厅、工厂车间、仓库、超市、货运站、飞机修理库、车库、洗车房、温室大棚、养殖场等.

燃气辐射供暖技术在我国推广与应用,它既有利于环境保护,又符合我国西气东送的战略决策,有利于改善我国能源的结构状况,并促进节能环保事业的发展.燃气辐射供暖在我国将有着广阔的发展前景.

[参考文献]

[1] 国标 GBJ19-87(2001年版).采暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国计划出版社,2001.

[2] 陆耀庆.供暖通风设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1987,12.

Application of Gas-firing Infrared Heating System Used in Tall Building

Chen Mingshan¹, Cao Jinwen²

(1. College of Power Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC;

2. Shanghai Representative Office of Gas Heating Company in France, 200035, Shanghai, PRC)

Abstract: This paper deals with the heating technology adopted in tall buildings, and puts forward the idea that gas-firing infrared heating is effective in a tall and big building, with the principle and function of this kind of heating system introduced.

Key words: tall and spacious, heating method, gas-firing infrared heating

[责任编辑:刘健]