太阳能在某供热工程中的应用

程 锦[1],马志明[2]

(1. 中冶华天包头设计研究总院有限公司供热事业部,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司生产部,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章针对包头市青山区装配制造产业园内某太阳能供热工程进行论述。简述了当前国内的供热现状以及太阳能集中供热的可行性,并针对本工程的系统内容及运行方式进行阐述,在与区域锅炉房的能耗比较中可见,太阳能集中供热具有十分明显的节能效果,对太阳能集中供热的推广发展具有积极的指导作用。

关键词: 太阳能集中供热; 技术方案; 节能

中图分类号: TU832.1^{+}.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)02-0085-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.02.026

Application of Solar Energy in a Heating Project

CHENG Jin[1], *MA Zhi-ming*[2]

(1. *Heating Business Division of Baotou Design and Research Institute, MCC Huatian Engineering and Technology Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*;
2. *Productive Dept. of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: In this paper, it discusses a solar heating project in the assembly manufacturing industrial zone of Qingshan District, Baotou, Inner Mongolia. The current situation of domestic heating and the feasibility of solar central heating are sketched, the system content and operation mode of this project are expounded. In comparison with the energy consumption of the district boiler house, it is obvious that the solar central heating has remarkable effect on energy saving. It plays a positive role in guiding the popularization and development of solar central heating.

Key words: solar energy; central heating; technical proposal; energy saving

我国大多数北方中小城市,太阳辐射量大,有着大量的厂房和空地,适宜建设太阳能光热利用项目。本项目的拟建设地区——内蒙古自治区包头市青山区装配制造产业园内,具有极其适合大规模开发太阳能资源的地理条件:有大量的工业厂房屋顶可利用,就近有居民小区、企业办公用房等供热需求;区域内地广阔、人口密度较低;太阳能资源丰富,包头市年日照时数达到3 084~3 452 h,年可利用天数300~330 d,年总辐射量为6 000~6 439 MJ/m^2,相当于212~220 t标准煤,太阳能资源丰富且稳定,可开发潜力巨大。

1 我国供热现状

我国供热行业现在存在供求关系紧张、资源利用率较低、可再生能源利用不足等问题,而且这些问题还呈现出日益尖锐化的趋势,已经对经济的发展

收稿日期: 2017-02-17

作者简介: 程 锦(1981-),男,河北省张家口市人,工程师,现从事市政供热设计工作。

中国知网 https://www.cnki.net

造成了一定的制约作用，具体如下：

(1) 城市供热缺口大。受到节能减排政策的制约，锅炉供暖将被逐渐取缔，热源不足将成为制约城市集中供热发展的瓶颈。

(2) 分散供热能源利用率低。在建筑耗能中很大部分的比例是供热耗能。

(3) 传统能源的枯竭在所难免，燃煤锅炉供热系统面临淘汰。不管是集中供热方式还是分散供热方式，当前供热系统主要以燃烧煤炭为主，近年来席卷中国半数以上省市地区的雾霾问题根本来说就是煤炭燃烧所释放出来的大量粉尘引起的；同时，燃烧煤炭会产生大量 SO_2、SO_3、NO_x 等气体，从而产生了大量酸雨及臭氧层空洞等其他环境问题。

2 工程介绍

2.1 设计内容

新建1座热源厂为包头市青山区装配制造产业园内规划150万 m^2 建筑提供采暖热水，热源厂采用太阳能集中供热形式。

按采暖综合热指标50 W/m^2 计算，总热负荷为75 MW，详见表1。

表1 热负荷表

序号	项目	数值
1	供热面积/10^4 m^2	150
2	设计热负荷/MW	75
3	平均热负荷/MW	47.5
4	年供热量/(MW·h)	207 355.5

2.2 设计参数(见表2)

表2 热源参数表

流体介质	供回水设计温度/℃	设计压力/MPa
低温热水	80/50	1.6

2.3 系统内容

根据GB50364—2005，《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》要求，本工程太阳能供热系统由集热镜场部分、换热系统、保温储热大型水箱、补热系统及智能控制系统五大部分组成[1]。

2.3.1 集热镜场

在BG/T 12936—1991，《太阳能热利用术语》中，聚光集热功能模块主要由槽式反射镜、支架、跟踪系统、金属直通式真空集热管和太阳能导热油组成[2]。本项目的槽式太阳能聚光集热镜场阵列，每套跟踪系统可驱动标准安装单元包含9～14个聚光器和1个真空管支路。槽式太阳能聚光器跟踪原理(见图1)。

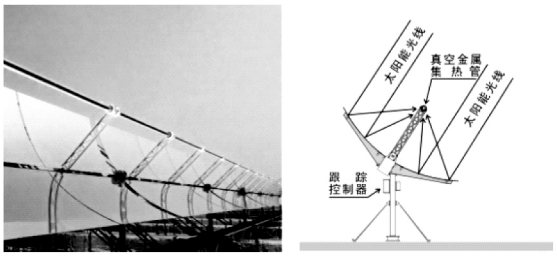


图1 槽式太阳能聚光器跟踪原理图

2.3.2 换热系统

包括油水换热系统和水水换热系统。在GB 18713—2002，《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》中，油水换热系统通过跟踪太阳抛物面反射镜汇聚太阳辐射光到真空集热管上，真空管内部以导热油为介质，将汇聚光转化为热能，并通过油水换热器，根据系统所需温度，输出高品质热能并储存于储热保温水箱中，以满足外网的供热需求；水水换热系统则是将储热保温水箱中的热能通过水水板式换热器输送热量，使出水温度达到供热一次网需要并送至热用户[3]。

2.3.3 保温储热大型水箱

太阳能供热设备都存在昼夜变化和气候变化导致的太阳能不能稳定连续供应的问题，因此要想得到连续稳定的输出，必须建立储能系统。综合各种储能技术，目前，采用大体量的保温储能水箱是最经济的储能方式，①利用水的比热容高达4.2 kJ/(kg·℃)，②水相对于其它储能材料成本是最低的，③大体量的保温储能水箱造价相对低，④储能系统运行温度低相对安全，⑤储能相对温差小，热损耗小。⑥利用加热时传导系统高，换热面积小。⑦使用、匹配系统方便，提高了储热效率。

2.3.4 补热系统

为了确保供热的连续性，在包头市装配制造产业园聚光集中供热项目中，以聚光太阳能供热为主，风电供热为辅。考虑内蒙地区丰富的风电资源，针对风电消纳情况不佳，弃风情况比较严重的问题，本工程的电辅助加热的电能可以采用低成本的峰值风电，起到削峰填谷的作用，实现风电的有效利用的同时，还解决了电加热耗电量大、成本高的问题。

中国知网 https://www.cnki.net

本工程热源补热系统采用电极锅炉成套系统，包含电极锅炉、板式换热器、膨胀水箱、水处理设备等。当保温水箱中的热能低于安全设定值时，补热系统自动根据电力资源情况对保温储能水箱进行能量补充。在特殊情况下，系统在太阳能及保温储能水箱都全出力的情况下，系统仍不能保障一次供热管网的需求时，系统可启用保障性补热系统。

2.3.5　智能控制系统

本热源厂运行过程实现无人值守的远程监控。监控系统包括：热网调度中心、各热力站自控系统、通讯系统等三大部分组成，调度中心所有计算机 24 h连续运行。热源厂及各热力站设置闭路监视摄像头，现场情况由热网调度中心集中监视。

2.4　运行方式（见图 2）

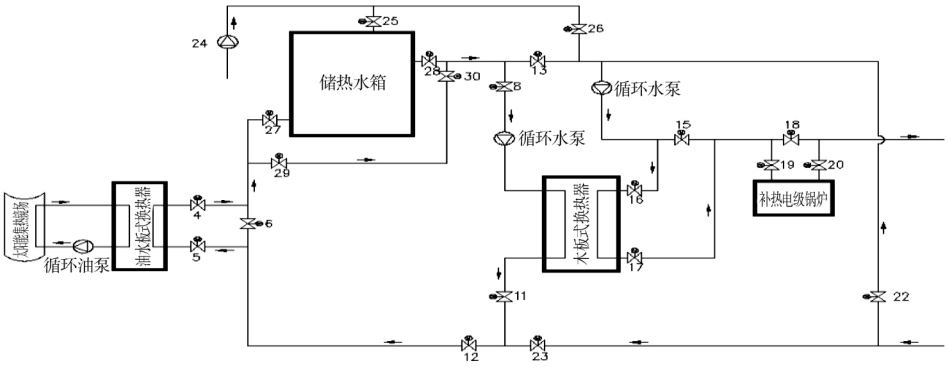


图 2　热源厂系统流程图

2.4.1　开式运行系统

太阳能集热镜场收集到高温热量通过导热油管路输送到油水板式换热器进行换热，换热后的低温油通过循环油泵送至太阳能集热镜场再次吸收热量，如此往复循环。

（1）当收集热量大于需要热量时：供热外网回水（12、23 阀门开启，11 关闭）首先进入油水板式换热器（阀门 4、5 开启，6 关闭），将从太阳能集热镜场中吸收来的热量提取出来，使回水温度达到外网供水需要的设计温度，通过控制电动阀门（27、28、29、30 开启）使热水通过供水管道（阀门 13 开启，8 关闭）经循环水泵加压后（阀门 15、18 开启，16、17、19、20 关闭）直接送至外网供热，其余多余热水则进入储热水箱储存，直至水箱中温度值达到上限时，关闭储热水箱进出口阀门（27、28），使热水不经过储热水箱直接由循环水泵送至外网。此过程可实现储热与供热同时进行。

（2）当收集热量小于需要热量时：关闭连通阀门（29、30），并保持储热水箱进出口阀门（27、28）开启，使储热水箱处于放热状态，其他不变。

（3）当太阳能集热镜场无热量吸收时：关闭油水板式换热器进出口阀门（4、5），同时打开连通阀门（6），使储热水箱处于放热状态。

（4）当储热水箱出水温度不能满足外网供水温度需求时：关闭连通阀门（18），同时打开补热电极锅炉进出口阀门（19、20），使供水温度达到外网要求后送出。

2.4.2　闭式运行系统

太阳能集热镜场循环模式与开式系统一致。

（1）当收集热量大于需要热量时。①. 水水板式换热器一次侧循环过程：水水板式换热器一次侧回水（11、12 阀门开启，23 关闭）首先进入油水板式换热器（阀门 4、5 开启，6 关闭），将从太阳能集热镜场中吸收来的热量提取出来，使回水温度达到外网供水需要的设计温度，通过控制电动阀门（27、28、29、30 开启）使热水通过供水管道（阀门 8 开启，13 关闭）经循环水泵加压后进入水水板式换热器用以加热二级网回水。其余多余热水则进入储热水箱储存，直至水箱中温度值达到上限时，关闭储热水箱进出口阀门（27、28），使热水不经过储热水箱直接由循环水泵送至水水板式换热器。此过程可实现储热与供热同时进行。②. 水水板式换热器二次侧循环过程：二次网回水（阀门 22 开启）经循环水泵加压后进入水水板式换热器（阀门 15 关闭，16、17 开启）加热后送至外网（阀门 19、20 关闭，18 开启）供热。

（2）当收集热量小于需要热量时：关闭连通阀

中国知网　https://www.cnki.net

门(29、30),并保持储热水箱进出口阀门(27、28)开启,使储热水箱处于放热状态,其它不变。

(3)当太阳能集热镜场无热量吸收时:关闭油水板式换热器进出口阀门(4、5),同时打开连通阀门(6),使储热水箱处于放热状态。

(4)当储热水箱出水温度不能满足外网供水温度需求时:开启阀门(22、26、15、19、20),同时关闭其它所有阀门,这时该系统的热源仅为补热电极锅炉。外网回水经循环水泵加压后进入补热电极锅炉加热至设计温度后送至外网供热。

以上两种过程为光照强度由强到若时系统的运行方式,这种方式可以解决太阳能昼夜间歇性问题及阴雨天气下热量不足为供暖带来的问题,为连续安全供热提供了必要的保障。

3 节能效益

以本工程为例,从项目的数据来看,日均收集热能:188万kW·h(6 768 GJ);一个供暖季收集热能总量:34 216万kW·h(合123 1776 GJ)(按每年182天日照计算),热量相当于标煤:4.2万t/a。

表3 项目资源利用及能耗指标

年耗标准煤/(t·a^{-1})		资源利用及能耗种类	年用量	折算系数
太阳能供热	电	4.5×10^{8}/(kW·h)	0.122 9/(kg标煤·kW^{-1}·h^{-1})	55 366
	水	9.1×10^{6}/t	0.085 7/(kg$_{标煤}$·t^{-1})	782
	合计			56 148
区域锅炉房	标煤	6×10^{4}/t	40 kg/m^{2}	60 000
	电	7.0×10^{6}/(kW·h)	0.122 9/(kg标煤·kW^{-1}·h^{-1})	854
	水	2.3×10^{5}/t	0.085 7/(kg标煤·t^{-1})	20
	合计			90 874

由表3可知,项目资源利用及能耗指标与区域锅炉房供热相比,每年可节约标煤约3.5万t;减少二氧化碳排放量9.2万t、减少灰渣排放量1.1万t、二氧化硫排放量298 t、减少烟尘排放量542 t;减少城市道路交通运输量4.6万t。降低能耗的同时减少污染物排放,改善环境,满足供热需求,提高供热系统的安全可靠性,降低运行成本,提高供热用户满意度。

4 结束语

本项目是关系到包头市青山区工业生产、人民生活、减少大气污染、改善和提高环境质量的大事。通过调整包头市青山区的能源结构,提高城镇居民生活质量,减少大气污染、改善和提高环境质量。本项目技术先进,在国内处于领先水平,拥有多项专利技术,有效地解决了一直困扰行业的技术难题。目前本项目已经投产运行近一个采暖季,运行效果良好,对太阳能集中供热模式的推广发展起到了积极、重要的作用。

参 考 文 献

[1] GB 50364—2005,民用建筑太阳能热水系统应用技术规范[S].
[2] GB/T 12936—1991,太阳能热利用术语[S].
[3] GB/T 18713—2002,太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范[S].

(上接第84页)

(2)利用线性回归法精准测算自发电量,进而计算外购电量,享受电力多边交易优惠政策,可助力公司降本增效。

参 考 文 献

[1] 蔡睿贤. 余热锅炉式燃气-蒸汽联合循环近似热力学分析[J]. 工程热物理学报,1981,2(4):2-4.
[2] 林彬. 多元线性回归分析及其应用[J]. 中国科技信息,2010,36(5):10-12.
[3] 李树东. 概率论与数理统计[M]. 浙江大学:高等教育出版社. 2001.

中国知网 https://www.cnki.net