

# 那曲物流中心太阳能集中供暖系统设计

中铁第一勘察设计院集团有限公司 侯卫华<sup>☆</sup> 沈亮峰

**摘要** 介绍了该工程的集热器选型、系统设计、蓄热水箱设计、系统运行控制、防冻解决措施等,为类似工程设计提供参考。

**关键词** 太阳能 集中供暖 集热器 蓄热

## Central solar heating system design for Nagqu logistics center

By Hou Weihua<sup>★</sup> and Shen Liangfeng

**Abstract** Presents the solar collector selection, system design, hot water storage tank design, system operation control and anti-freezing measures, providing references for similar project design.

**Keywords** solar energy, central heating, solar collector, thermal storage

① <sup>★</sup> China Railway First Survey and Design Institute Group Ltd., Xi'an, China



侯卫华

### 主要设计项目

- 青藏铁路拉萨乘务员公寓及单身宿舍
- 那曲物流中心
- 神木技能鉴定中心太阳能供热工程
- 兰州火车站
- 呼和浩特东火车站



图 1 综合物流区平面图

### 1 工程概况

那曲物流中心项目位于藏北的那曲县境内,与拉萨相距 320 km。那曲县位于东经  $91^{\circ}12' \sim 93^{\circ}02'$ ,北纬  $30^{\circ}31' \sim 31^{\circ}55'$ ,属于万里羌塘的中心地区,平均海拔在 4 450 m 以上,那曲物流中心总建筑面积 11 万  $\text{m}^2$ ,分综合物流区、生产加工区、散堆装区、生活区 4 个区,占地 500  $\text{hm}^2$  (7 500 亩)。设计时在综合物流区和生活区采用了太阳能集中供暖系统,其中综合物流区平面图见图 1,其太阳能集中供暖系统为保温仓库、公安派出所、商品交易中心、综合管理中心等房屋供暖,并供浴室洗浴用热。总计供暖面积 33 000 多  $\text{m}^2$ 。

### 2 工程特点

那曲太阳辐射强,年日照时间为 2 852.6 ~ 2 881.7 h。太阳能资源丰富。年平均气温  $-1.5^{\circ}\text{C}$ ,年极端最低气温  $-41.2^{\circ}\text{C}$ ,冬季室外供暖计算

温度  $-20^{\circ}\text{C}$ ,供暖期约 260 d。事实上,那曲几乎全年需供暖,这一气候特点决定了该工程不需要解决跨季节蓄热问题,不存在集热器停运空晒问题,太阳能利用率高。

由于太阳能供暖所需的集热面积远大于太阳能热水系统,要求的安装面积(建筑屋面等)较大。很多建筑屋面不能满足全部太阳能集热器的安装条件,这在一定程度上限制了太阳能在此类建筑的应用。那曲物流中心综合物流区 60 000  $\text{m}^2$  货物仓库(需供暖仓库 10 000  $\text{m}^2$ )为集热器提供了足够的设置位置。

### 3 集热器选型

①<sup>☆</sup> 侯卫华,男,1968 年 9 月生,大学,高级工程师  
710043 西安市西影路 2 号中铁第一勘察设计院城建院  
(029) 82365518  
E-mail: hwhhbw@126.com  
收稿日期:2010-05-21

目前国内市场上用的太阳能集热器的类型主要有:平板式、真空管式、热管式、U 形管式等 4 种,各有优缺点。平板式太阳能集热器热效率高,为金属管板式结构、免维护、15 年寿命、性价比高,但不适用于供暖工程。真空管的性价比高于热管、U 形管,可抗冻,但主要缺点是:不承压、易结水垢、易爆裂。热管型太阳能集热器抗  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  低温,抗压性能好。本工程采用了热管式真空管型太阳能集热器。供暖设计总负荷为  $3\,690\text{ kW}$ ,那曲太阳能集热器倾斜表面月平均日太阳总辐射量为  $7.98\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ,综合考虑蓄热措施、工程投资、运行费用、房屋不同使用功能等因素,设计采用 1 904 组集热器(真空管规格  $\varnothing 58 \times 1\,800$ ,每组 24 根管),总集热器面积  $7\,616\text{ m}^2$ ,现场实景见图 2。

#### 4 系统设计

##### 4.1 太阳能集热、蓄热系统

太阳能集热系统设计为闭式系统,由站台货物



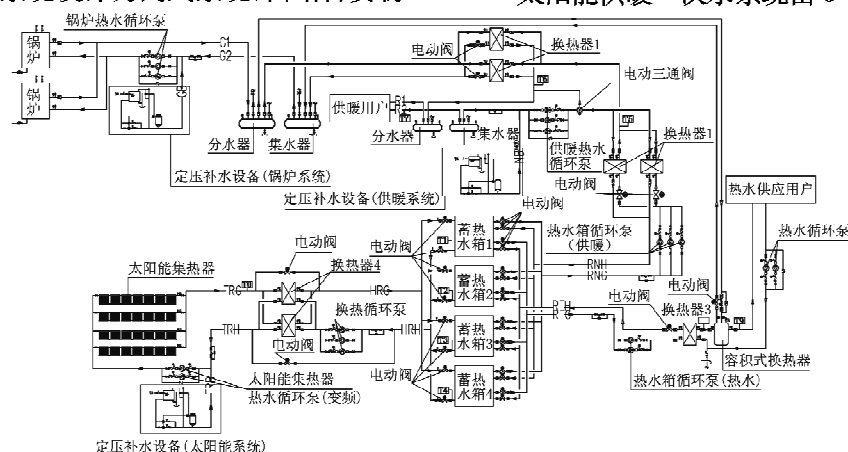
图 2 集热器现场实景

仓库屋面上设置的太阳能集热器及锅炉房地下 1 层水泵间内设置的 2 台太阳能集热器热水循环泵组成,太阳能集热器热水循环泵由太阳能辐照传感器变频控制。集热器集得热量通过板式换热器传递至蓄热水箱,为提高太阳能利用率,设计了 4 个蓄热水箱。

##### 4.2 太阳能供暖系统

太阳能供暖系统原理图见图 3。

太阳能供暖一次水系统由 3 台热水循环泵及 2



注: 图中[T]为温度传感器

图 3 太阳能供暖系统原理图

台板式换热器组成。当 4 个蓄热水箱任一水箱内水温达到对外换热所需温度时启动该系统,将蓄热水箱存储的热量换热后提供给太阳能供暖二次水系统。由 3 台供暖热水循环泵及 2 台板式换热器组成太阳能供暖二次水系统,该系统将太阳能供暖一次水系统所提供的热量直接供应给用户。为了充分利用太阳能,设计供暖热媒参数为  $45\text{ }^{\circ}\text{C}/38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。末端视房间功能采用低温地板辐射或风机盘管。外网采用聚氨酯泡沫塑料预制保温管,直埋敷设。

##### 4.3 太阳能热水供应系统

另设 2 台热水循环泵及 1 台板式换热器,组成热水供应系统。在热水供应时间段内,当 4 个蓄热水箱任一水箱内水温达到对外换热所需温度时启

动该系统,将蓄热水箱存储的热量经板式换热器换热后提供给用户。当太阳能供暖系统不能满足热水供应要求时,启动锅炉供热系统作为辅助热源,经过另设的容积式换热器换热后供应给用户。

##### 4.4 锅炉辅助供热系统

太阳能设备用房内设置 2 台  $2.8\text{ MW}$  燃油热水锅炉,作太阳能供暖系统的辅助热源,设 3 台循环泵,循环泵与燃烧器设联锁控制,循环泵未工作时锅炉燃烧系统不启动。当太阳能供暖系统不能满足供暖和热水供应要求时,启动锅炉供热系统作为辅助热源,经过板式换热器换热后供应给用户。

#### 5 蓄热设计

该工程设计采用 4 台大型蓄热水箱,总容积

770 m<sup>3</sup>, 实现了将集热器集热量快速储存在蓄热水箱内, 提高水箱内水温, 避免了只设置 1 台蓄热水箱时蓄热速度慢、供暖效率低的弊端。为了保证太阳能的储存及蓄热系统换热进、出水与太阳能供暖一次水系统进、出水充分接触混合, 水箱内采用了导流隔板, 每个水箱内均设计成 S 形流道, 蓄热系统换热进、出水与太阳能供暖一次水系统进、出水相互逆向流动, 充分接触, 确保了最大限度地利用所集取的太阳能。蓄热水箱结构示意图如图 4 所示。

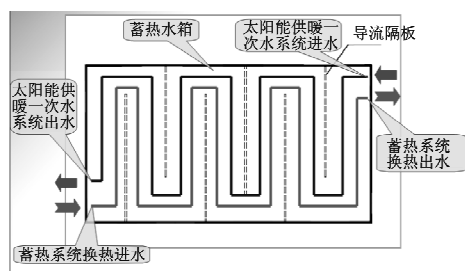


图 4 蓄热水箱结构示意图

## 6 运行控制

控制系统主要分为 4 个模块: 太阳能集热系统控制; 保温蓄热水箱太阳能侧控制; 蓄热水箱对外换热侧控制; 辅助热源的启停控制。主控制系统根据系统各数据采集点返回的数据综合分析, 根据不同工况将以上 4 个模块有机地组合在一起, 从而实现太阳能最大限度利用的目的, 在控制室内设有一套计算机控制系统, 可以实现对于系统任意设备的控制, 记录并显示系统运行的实时参数, 使系统的监控更为简便直观。

## 7 防冻措施

该工程是目前国内大型太阳能集中供暖项目, 系统放空防冻措施不适合本工程。为了防止极端温

度下太阳能集热器及管道的冻结问题, 设计采用了电伴热系统及进行防冻循环两种措施, 从而成功地解决了冻结问题。为了解决那曲地区经常停电的问题, 在锅炉房的附属用房内设置了柴油发电机组, 从而为停电状态下保证防冻循环的连续性提供了保障。

## 8 结语

该工程 2009 年 11 月投入使用, 太阳能供暖系统一直在运行, 集热效果良好, 期间发生过一次停电, 设计考虑了为柴油发电机做防冻电源, 没有发生管道冻结现象。后期笔者将对该工程的运行情况进行测试和关注。

近年来, 国家大力推广“节能减排、低碳经济”政策, 随着太阳能热利用产品性能日益提高, 太阳能供热供暖逐渐受到重视, 相继建成了一些太阳能供暖项目, 如北京清华阳光公司办公楼、北京太阳能研究所办公楼、北京平谷新农村村民住宅、拉萨火车站、青藏铁路拉萨乘务员公寓及单身宿舍等, 取得了良好的经济效益和社会效益。GB 50364—2005《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》和 GB 50495—2009《太阳能供热采暖工程技术规范》的发布为我国太阳能供暖工程设计提供了可依据的标准及规范。

目前, 我国的太阳能利用技术尤其是太阳能集中供暖技术还处于起步阶段, 太阳能供热、供暖技术和工程应用水平的发展, 需要产品开发、工程设计、工程施工、运营管理各方共同努力。

## 参考文献:

- [1] (日)田中俊六. 太阳能供冷与供暖[M]. 林毅, 王荣光, 程慧中, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982
- [2] 魏一康, 张兰英. 太阳能实用工程技术[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2001

## 参考文献:

- [1] 刘晓华, 江亿, 谢晓云, 等. 温湿度独立控制空调系统及其性能分析[J]. 中国建设信息供热制冷, 2008(7): 21-23
- [2] 刘晓华, 江亿. 温湿度独立控制空调系统[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006
- [3] 刘拴强, 江亿, 刘晓华, 等. 热泵驱动的双级溶液调湿新风机组原理及性能测试分析[J]. 暖通空调, 2008, 38(1): 54-59
- [4] 田旭东, 刘华, 张治平, 等. 高温离心式冷水机组及其特性研究[J]. 流体机械, 2009(10): 53-56
- [5] 北京城建设计研究总院. GB 50157—2003 地铁设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2003
- [6] 殷平. “干盘管”误解剖析[J]. 暖通空调, 2008, 38(7): 44-54
- [7] 张立琦. 北京地铁十号线知春路站通风空调设计[C]// 2008 年铁路暖通空调学术年会论文集, 2008: 80-82

(上接第 21 页)

少了约 22 万 kWh, 约 30%; 运行费用比常规空调系统节省了约 21.5 万元, 约 30%。

## 3 结论

3.1 温湿度独立控制空调系统在地铁车站应用时, 应结合区间功能划分情况设置合理可行的系统形式。本文针对地铁车站的公共区和设备管理用房分别提出了一种可行的温湿度独立控制空调系统形式, 但是其具体的应用方式还有待深入研究。

3.2 在本文拟设计的地铁车站中, 温湿度独立控制空调系统比常规空调系统节能约 30%, 空调系统运行费用约降低 30%。