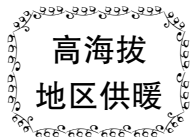


特约组稿专家 江 亿



栏 首 语

伴随西部大开发战略,我国西部高原地区城镇的冬季建筑供暖问题已经提到桌面上来。中央政府高度重视这一地区的城市和社会发展,也对城市基础设施建设和完善建筑供暖设施给予巨大的财政支持。这样,迫在眉睫的一个问题就摆在我们面前:这些地区应该采用什么样的供暖方式,与之对应的又应该是什么样的城市能源基础设施?

北方内地多年来发展起一套围绕集中供热的供暖方式和城市能源基础设施,在西部高原寒冷地区是否也可以直接借鉴这一模式?目前北方内地各城市正在陆续实施“煤改气”工程,以改善城市大气环境,实现清洁能源,进入“低碳城市”,西部高原寒冷地区是否也应该乘此东风,直接实现天然气化?目前有各种建议,方案甚多。“西部大开发”又是巨大的商业良机,众多大型企业也盯上了这个潜力巨大的市场,从商业利益出发,自然也会提出相应的措施。

然而,西部高原寒冷地区的资源环境条件与内地情况大不相同,以拉萨市为例,周边上千 km 内尚无探明的煤、油、气等矿物能源,却有极为丰富的太阳能资源,是世界上罕见的“太阳城”;我国的电力约 70% 来源于火电,而拉萨的电力供应主要是水电与地热发电,属可再生资源;内地发展空气源热泵受到冬季空气湿度高、蒸发器结霜的制约,而拉萨冬季空气露点温度大都比干球温度低 5 K 以上,结霜成为很难遇到的现象;……如此多的资源、环境及文化特点,要求我们必须认真对待,从实际特点出发,而不可简单地照搬内地经验。另一方面,我国西部高原地区生态环境脆弱,维护这一地区的生态环境,避免大规模城市建设造成对生态环境的破坏,则是西部开发建设中必须坚守的基本原则。党的“十八大”报告要求把生态文明建设全面落实到经济建设、政治建设、文化建设和社会建设各方面,这就要求我们能真正从实际出发,从西部的特点出发,对这一问题给出科学的解决方案,汲取我国城镇发展的经验与教训,在西部实践一条生态文明的城镇建设新路。

出于上述原因,《暖通空调》杂志社组织了与这一主题相关的一批文章,经过适当挑选后,集中刊登于此,供西部高原地区城镇建设的设计建设者和决策者参考。各篇文章的观点并不一致,这正好说明这一实际问题需要讨论,需要学术争鸣。欢迎广大读者积极参与这一讨论,以《暖通空调》杂志为平台,通过大家的讨论,找到西部高原地区供暖和城市能源建设的最适宜解决方案,共同为开发西部、建设西部、保护西部生态环境作贡献。

(江 亿)

对拉萨城市供暖模式的探讨

清华大学 江 亿[☆]

中国建筑西南设计研究院有限公司 冯 雅 戎向阳

中国建筑设计研究院 潘云钢

重庆大学 付祥钊

摘要 分析了拉萨市的气候特点和能源资源环境状况。在此基础上提出应在拉萨重点发展被动式和主动式太阳能供暖,辅以当地丰富的生物质能源供暖和电力驱动的空气源热泵供

暖,从而把拉萨建设成为名副其实的太阳能城,成为可再生能源的示范城市。由于天然气资源匮乏,除了分户壁挂炉之外的任何一种天然气供暖方式在拉萨都不适合。探讨了各种太阳能供暖和生物质能源利用技术的可行性和经济性,以及为实现太阳能城这一目标所需要的政策支持。

关键词 拉萨 供暖 太阳能 可再生能源 生物质能

Discussion on urban heating modes for Lhasa

By Jiang Yi★, Feng Ya, Rong Xiangyang, Pan Yungang and Fu Xiangzhao

Abstract Based on the analysis of the climate features, energy resources and environment capacity of Lhasa city, states that passive and active solar energy heating modes should be prioritized with bio-energy heating and power driven air-source heat pump heating as auxiliaries in Lhasa city, making it be a real solar city and a demonstration city for renewable energy application. For lack of natural gas, any kind of heating techniques driven by natural gas is not suitable for local resource and environment situation except decentralized domestic gas boiler. Discusses the feasibility and economics of solar heating and bio-energy heating techniques and the relevant policy needed for realizing the target of the solar city.

Keywords Lhasa, heating, solar energy, renewable energy, bio-energy

★ Tsinghua University, Beijing, China

①

0 引言

拉萨市城市建筑是否应该供暖,应该如何供暖,目前已成为改善当地人民生活水平、提高城市文明建设水平以及发展当地旅游事业的重要问题。中央政府高度重视这一问题,在 2012 年拨出专款用于拉萨建筑供暖设施的建设。然而,怎样根据当地的气候、资源、环境和经济特点,发展适宜的供暖方式,实现城市的可持续发展,是需要深入讨论的重要问题。笔者受西藏自治区建设厅委托,就此问题进行了调查研究和论证,得出一些初步意见和建议。本文汇集这些意见和建议,以及构成这些建议的依据,供同行参考。这些建议和依据可能对青藏、川藏高原的其他城市也有一定的参考价值。目前业内在此问题上还有一些不同意见,也请各位同行给予指教。

1 拉萨市的气候、环境与资源特点

拉萨市位于拉萨河谷两岸,海拔 3 650 m,年平均气温 8.1 °C,冬季连续出现日平均温度低于 5 °C 的时间为 154 d,供暖设计室外温度 -7.5 °C。拉萨冬季气候干燥,图 1 为拉萨全年逐时干球温度和露点温度分布^[1]。可见冬季供暖期室外空气露点温度大多数时间内都比干球温度低 10 °C 以上,冬季 5 个月(11 月至次年 3 月)出现露点温度高于 -5 °C 的时间不超过 10 d。拉萨气候最显著的特点是冬季有充足的太阳能资源,全年累计太阳辐射量高达 7.2 GJ/m²,是我国太阳辐射量最高的城市。在冬季 5 个月中,累计太阳辐射量也高达

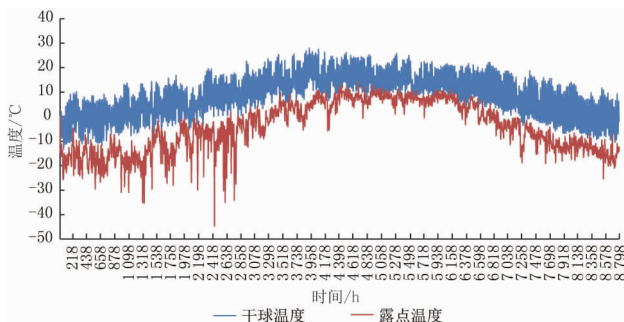


图 1 拉萨市全年逐时干球温度和露点温度

2.56 GJ/m²。对比图 2 给出的我国其他一些被认为具有较好的发展太阳能的条件城市^[1],可知拉萨的太阳能资源远远优于内地其他城市。

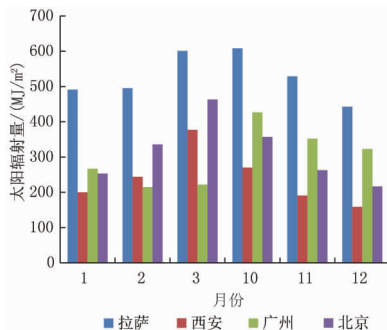


图 2 拉萨、西安、广州、北京四地冬季太阳辐射量

①☆ 江亿,男,1952 年 4 月生,博士研究生,教授,中国工程院院士
100084 清华大学建筑技术科学系
(010) 62781339
E-mail:jiangyi@tsinghua.edu.cn
收稿日期:2013-05-03

然而拉萨生态环境脆弱。地处拉萨河谷,周围是高山,市区空气排污能力很弱。拉萨与周边交通主要依靠汽车,随着这一地区经济和社会的发展,汽车交通量迅速增长,汽车尾气也迅速增加。再加上矿物能源燃烧造成的空气污染物排放,已经给拉萨的空气质量带来了一定的影响。汽车尾气及燃料燃烧排放的氮氧化合物(NO_x)与可挥发性有机物(VOC)在强烈日照的光催化作用下生成强氧化剂臭氧,臭氧再作用于空气中的一些气体如 NO_x 等,生成气溶胶,成为产生细颗粒物的主要污染源。这就导致拉萨近年来也相继多次出现由于细颗粒物超标而造成空气严重污染的现象。维持高原城市清新洁净的空气,是维持和发展拉萨宝贵的旅游资源的关键。因此全面控制各种污染物排放,确保拉萨的大气环境质量,是规划能源系统,尤其是城市供暖方式需要高度重视、认真对待的问题。

拉萨同时还是矿物能源严重短缺的城市。拉萨周边至今尚未探明任何的煤、气、油资源,城市需要的燃煤、燃油和燃气需要从 2 000 km 以外的青海、四川长途运输。考虑到运输成本后,拉萨市的燃煤价格目前超过 2 000 元/t,天然气价格 6~7 元/ m^3 。历史上整个城市能源主要依靠牛粪和周边木材。近年来周边开发建设了羊湖电站等多座水电站,羊八井还建成了我国最大的地热发电站。目前拉萨周边可以向城市供应的电力接近 30 万 kW,拉萨市年用电 14 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$,拉萨市目前的能源供应总量中电力供应占除交通用能外的 80%,拉萨成为我国城市能源中电力比例最高的城市,而且目前的全部电力都来自于水电和地热发电,属于无任何污染的可再生清洁能源。然而随着城市飞速发展,造成对能源需求的迅速增长,拉萨目前也出现了电力供应严重不足的现象。由于冬季是用电高峰,而水力设施又因处于枯水期,水电不足,因此冬季拉闸限电现象严重。

拉萨市目前城市人口 47 万,市区建筑面积约 1 500 万 m^2 。拉萨的传统建筑多为两三层建筑,近年来城市开发建设,兴建了一些高层商业建筑,但绝大多数仍为中低层建筑,市区整体容积率不超过 1。由于其夏季凉爽宜人、冬季寒冷的气候特点和旅游业在拉萨市的重要地位,有相当多的流动人口在冬季回到内地过冬。这就导致冬季有部分建筑空置不用,这也是拉萨建筑供暖需要考虑和对待的

一个特殊性问题。

2 拉萨城市能源方式和建筑供暖的发展

在西藏民主改革(1959 年)之前,拉萨城镇人口不足 10 万,建筑除四大寺院和布达拉宫外就是八角街的商业与居住建筑。城市能源主要依靠采集干牛粪和砍伐周边森林的树木。建筑无供暖设施,无论是寺庙还是住宅,都是靠兼有烧水与烧饭功能的炉灶,烧牛粪或木材,实现局部供暖。

民主改革后,特别是改革开放以来,随着西藏的社会与经济发展和国家的援藏政策实施,大量内地人口进入西藏,拉萨的城市建设也迅速发展起来。20 世纪 60 年代开始建成第一个水力发电站,70 年代建成青海到拉萨的成品油输油管道和燃油火电厂,80 年代建成羊湖水电站和羊八井地热电站,电力开始成为城市运行能源的主要构成。为保护植被,木材逐渐从拉萨的能源构成中退出,牛粪仍是大多数当地居民炊事、供暖的主要能源,而商业建筑、公共建筑则以电力、燃油为主要能源。早在 70 年代,拉萨市就开始了太阳能的开发利用。拉萨军区建成当时我国最大的太阳能热水系统,通过超过 100 m^2 的平板式太阳能热水器有效解决了部队官兵的洗浴和生活热水需求。以后各种太阳能热水器、太阳能开水器(聚光式)、太阳能炊具得以广泛应用。这一方面是得益于拉萨得天独厚的太阳能资源,另一方面则是迫于拉萨市常规能源资源的严重短缺。再加上各类被动式太阳能供暖技术的应用,拉萨市太阳能利用在建筑能源供应中的比例在国内(可能也在世界上)处于远远领先的水平。

进入 21 世纪,随着拉萨市社会、经济的迅猛发展和城市建设规模与人口的迅速增长,能源的供需矛盾日益突出。为缓解这一矛盾,多种能源方式平行发展:太阳能仍然是拉萨城市能源的重要组成部分,包括太阳能热水器、太阳能主动与被动式供暖及太阳能发电;水电和地热发电得到进一步发展;燃油和天然气也开始通过长途运输进入拉萨,2012 年城市天然气管网初步开通,燃油和燃气成为拉萨城市能源的重要组成部分。

在建筑供暖方式上,10 多年来也是多种方式并行发展。由于拉萨独特的太阳能资源,发展各种被动的和主动的太阳能供暖,成为拉萨建筑供暖很自然的选择。实践表明,只要南向房屋有足够的采光外窗面积并达到一定的保温水平和蓄热能力,就

可以依靠太阳能在 90% 以上的冬季时间内保证室内温度不低于 $16\text{ }^{\circ}\text{C}$; 而其他朝向的房间如果做好保温和气密性, 也能实现室内温度不低于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。西藏自治区的建筑节能设计标准^[2-3]就明确写入了被动式太阳能供暖的要求, 通过标准规范推动被动式供暖的发展。对于无法完全靠被动式技术实现供暖的大型公共建筑, 则开始尝试主动式太阳能供暖方式。典型项目是拉萨火车站, 采用太阳能真空管集热、地板供暖、蓄热水箱等技术集成, 成为我国第一个采用主动式太阳能供暖的大型车站项目, 取得了良好的效果^[4]。在发展太阳能供暖的同时, 电力供暖也同步发展。除了电热直接供暖外, 水源热泵方式相继发展起来, 成为一种主要的供热方式。与直接电热相比, 水源热泵的综合 COP 可以大于 2, 因此耗电量只是直接电热的一半或更低。但是拉萨电力主要是水电, 冬季是水电的淡季, 电供暖加剧了冬季供电的紧张状态。与此同时, 由于天然气进入拉萨, 各种天然气供暖方式也开始在拉萨推广。分户壁挂炉、模块化锅炉, 以及依靠大型燃气锅炉产热的集中供热系统都相继出现。这些天然气供暖方式的供暖效果确实很好, 但是伴随而来的是巨大的供暖成本和日益增加的 NO_x 排放, 这正在从经济支撑力和环境支撑力两方面影响着拉萨市的可持续发展能力。根据文献^[5]的介绍, 已建成的天然气集中供热示范项目供热面积 2 万 m^2 , 投资 1 亿元。如果按照供暖运行燃气消耗量为每供暖季 $10\text{ m}^3/\text{m}^2$ 计算, 天然气供暖的单位建筑面积供暖设施投资 5 000 元/m^2 , 运行费约 80 元/m^2 。供暖成本大约是太阳能供暖的 10 倍, 在没有国家财政补贴时, 支撑和推广这种方式是无法想象的。

3 拉萨市建筑冬季供暖的解决途径

拉萨市能源供应和环境容量的瓶颈与城市发展巨大需求之间存在严重矛盾, 缓解这一矛盾的基础应该是建筑节能, 降低供暖对常规能源的需求。与内地城市相比, 拉萨市建筑节能的意义可能更大, 应该摆在城市建设中最主要的位置。目前的建筑节能标准是考虑能源价格与建筑保温材料的价格综合优化而得到的。而拉萨由于没有常规矿物能源资源, 完全依靠长途运输, 因此能源价格远高于内地, 这就使得改善建筑保温会有更大的经济效益, 因此就应采用远高于内地建筑节能标准的建筑保温与气密性标准。当体形系数不超过 0.2, 北

向、东向外墙窗墙面积比不超过 0.2, 屋顶、外墙的传热系数不超过 $0.2\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 窗户的传热系数不超过 $0.6\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 做好气密性使冷风渗透换气次数不超过 0.3 h^{-1} 时, 即使不考虑太阳能, 拉萨的最大供暖负荷也可以降低到 18 W/m^2 , 冬季平均供暖耗热量可以降低到 $30\text{ kW} \cdot \text{h/m}^2$ 以下。这样, 建筑供暖对热量的需求仅为目前大多数建筑的 $1/3 \sim 1/2$ 。即使采用天然气供暖, 初投资和运行费也会降低到目前的 $1/3 \sim 1/2$ 。而按照这样的保温标准所增加的建筑材料费用却可以远低于节省下的供暖设施费用。即使全部采用内地运进的外墙保温材料与保温外窗, 单位面积建筑增加的初投资也不会超过 1 000 元/m^2 , 远低于天然气供暖设施的建设费用。而实际上, 还可以合理地利用大量的当地墙体材料, 只要把外墙厚度增加到 $0.5 \sim 0.7\text{ m}$, 也可以实现上述保温标准, 而造价增加并不多。为了保证换气次数不超过 0.3 h^{-1} 的同时还能保证室内的空气质量, 应该在每个房间安装可以由人工调控的通风换气装置, 在打开时可以达到 $20 \sim 50\text{ m}^3/\text{h}$ 的通风换气量。这样可以避免为了通风换气而开窗, 造成通风量过大。

在保证建筑充分保温的前提下, 对住宅和一般性办公建筑与商业建筑, 发展太阳能被动式供暖应该是解决建筑供暖的最好方式。这需要在建筑造型上发展与创新, 尽可能使主要用房位于南向, 使多数房间在冬季能受到阳光照射, 尽可能减少北向房间。同时增加阳光间、蓄热墙体等被动式太阳能供暖手段, 使建筑物有一定的蓄热效果, 在晚上和夜间能保证一定的室温。对于楼层数不超过 3 层的建筑, 在屋顶安装太阳能热风供暖装置^[6], 也可以提高建筑供暖效果, 改善非南向房间的室内热状态。通过送风和回风风道使太阳能热风式集热器与各个需要供暖的房间连接, 当热风式集热器内的温度超过 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时, 开启循环风机实现各供暖房间与热风式集热器之间的空气循环; 当没有太阳照射, 热风式集热器内温度降低到 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时, 风机停止运行, 避免房间热量通过集热器散失, 也避免了热水集热循环可能造成的冻结危险。采用这种方式, 如果集热面积达到供暖面积的 15% 以上, 与前述的建筑保温和被动式设计措施结合, 可以在冬季 80% 以上的时间内实现房间室温不低于 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。如果采用带有中孔的混凝土楼板, 使太阳能热风进

入混凝土楼板的中孔,在热风集热器与混凝土楼板孔之间循环,可以使太阳能集热器得到的热量释放和蓄存在混凝土楼板中,再通过楼板缓慢地释放到房间中。这样可以保持混凝土楼板表面温度不低于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$,配合良好的外墙外窗保温,可以实现冬季 95% 以上的时间室温不低于 $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

对于大型商业建筑和公共建筑,由于建筑功能上的限制不能满足被动式太阳能供暖的建筑形式要求时,也可以采用主动式太阳能供暖方式。一种方式是通过太阳能热水器采集热量,再通过热水循环向室内供热。通过设置蓄热水箱,还可以蓄存热量,在没有太阳照射时继续供热。这种方式在建筑不超过 6 层,并且有足够空间设置蓄热水箱时,利用屋顶的空间设置集热器,可以基本满足建筑供暖要求。在出现连续 3 d 以上阴天时,需要用电或燃气作为辅助热源来满足供暖要求。近年来国内研发出了一种新型的太阳能主动式供暖系统,见图 3。采用槽式太阳能集热器,通过聚焦和一维的追踪,可以利用太阳能加热循环的油,获得 $170\sim 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热油。高温热油进入吸收式热泵,吸收室外空

V_2 关闭,集热器得到的高温热油经过相变蓄热装置,进入吸收机的发生器放出热量,产生氨气。氨气在冷凝器中凝结,放出的凝结热加热进入冷凝器的循环水。冷凝后的氨液进入蒸发器蒸发,吸收室外空气中的热量,再进入吸收器中被喷淋的纯水吸收,产生的凝结热进一步加热循环水。循环水在吸收式热泵和建筑地板供暖埋管间循环,实现向建筑供暖。当太阳辐射充足而建筑不需要供暖时,则打开阀门 V_2 ,吸收器停止运行,热油在太阳能集热器和相变蓄热装置之间循环,相变材料熔化蓄热。当没有太阳照射,但建筑物需要供暖时,则打开阀门 V_1 、关闭阀门 V_2 ,使热油仅在吸收机和相变蓄热装置之间循环,相变材料凝固放热,热量通过循环的热油送到吸收机的发生器,使吸收机继续制热。这样可以使太阳能产生的热量得到充分利用。当蓄热装置容量足够大时,单位集热面积(1 m^2)可以满足 15 m^2 以上的建筑供暖要求。这样即使是 12 层的大型公共建筑,只要在屋顶布满槽式太阳能集热器,在顶层留下足够的空间安装吸收式热泵和蓄热装置,也可以实现主动式太阳能供暖。这种方式比较复杂,在拉萨的初投资将达到 $1\text{ }000\text{ 元}/\text{m}^2$ (建筑面积)左右。但即使如此,也远低于燃气系统 $5\text{ }000\text{ 元}/\text{m}^2$ 的设施建设投资。

上述吸收式空气源热泵能够良好运行的一个重要原因是拉萨冬季空气干燥,大部分时间室外空气露点温度低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,这就使得空气侧取热的换热器极少有结霜的可能,不需要除霜融霜,从而使空气源热泵一直能够高效运行。同样,采用电动压缩式空气源热泵也可以在冬季获得良好的供热效果。因此无论是大型公共建筑还是居住建筑,在没有条件采用太阳能供暖时,都可以采用电动压缩式空气源热泵供暖。或者用电动热泵作为辅助热源,解决阴天太阳能不足时的供热问题。

对于大型公共建筑,可以采用大型空气源热泵机组,把建筑内部划分为若干个供暖单元,分别由几台空气源热泵机组供热。对于居住建筑和一般性的办公与商业建筑,最好的方式是采用分散的空气源热泵产生 $35\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的热水进行地板供暖。每个房间或几个房间一组,各自独立供热。这样在部分房间太阳能足以满足其供暖需求时,可以停止这些房间的热泵系统,而只运行太阳能不足房间的热泵供暖系统,避免部分房间过热。采用空气源热泵机组

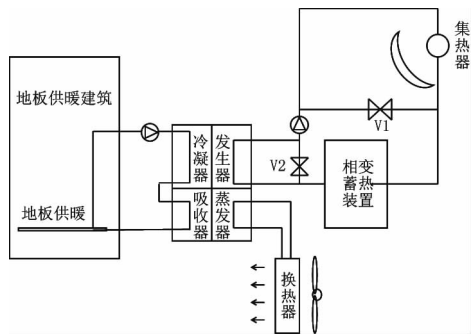


图 3 太阳能吸收式热泵供暖原理图

气中的热量,可以产生 $35\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的循环热水。这时的吸收式空气源热泵的制热 COP 可以达到 $2\sim 2.2$,也就是 1 份太阳能热量通过吸收式热泵可产生 $2\sim 2.2$ 份用于供热的低温热量。循环热水再经过地板或者风机盘管向室内供热,实现建筑供暖。热油循环系统还接入由高温相变材料制成的蓄热装置,可以蓄存多出的太阳能热量。在没有太阳照射时可以从蓄热装置中取热,继续驱动吸收式空气源热泵。这样,所存储的 1 份热量同样可以产生 $2\sim 2.2$ 份供暖用低温热量。这就使得蓄热装置的蓄热能力得到充分利用,1 份需热量可以获得 2 份供暖热量。在有太阳照射正常供暖时,阀门 V_1 ,

加上地板供暖构成的电动热泵供暖系统在拉萨的初投资应该在 500 元/m^2 以下,远低于燃气系统。按照拉萨的气候特点,供暖期的平均供热 COP 可达到 3 以上,也就是其用电量不到直接电热供暖的 $1/3$ 。

拉萨目前已有近 20 万 m^2 的建筑采用了水源热泵方式供暖。然而水源热泵供暖系统只能采用集中供热的形式。对于居住建筑,目前的调节手段不足,因此无论需要与否,一律提供热量。而拉萨的气候特点是当日照充足时,南向房间不供暖也能满足室温要求。这样的集中统一供暖,或导致南向房间过热,或由于系统停运造成北向房间过冷。所以水源热泵集中供暖方式不适合拉萨的住宅和宾馆供暖。最好是充分利用主动和被动的太阳能方式,再辅助以分散独立的空气源热泵热水系统。

无论是水源热泵构成的集中供热系统还是以天然气锅炉为热源的集中供热系统,都不适合拉萨的实际环境和条件。我国目前集中供热系统的调控手段很不完善,所以至今仍是按照面积收费。北方地区推行以供热量计费改革为核心的“供热改革”已有 10 年之久,但由于技术、机制和体制等多方面原因,至今不见成效,难以真正实施。在拉萨实现集中供热也很难先于内地而实现末端的完善调控。在不能有效调控、按照面积收费的条件下,实施集中供热就会严重阻碍建筑节能措施的落实和各种被动式太阳能供暖方式的推广。按照面积收费,无论建筑保温如何,都要保证室内温度,于是不论建筑保温优劣、是否采用被动式措施,都要按照统一标准缴费,这必然压抑和打击了各种利用太阳能方式的用户的积极性。因此,太阳能供暖只能是主要的供暖方式,而其他方式只能是太阳能供暖的辅助方式。当按照面积结算的集中供热成为主要方式时,太阳能就不可能成为辅助方式,最终导致被抛弃不用。

在拉萨集中供热只能是由生物质能源和垃圾焚烧来提供热源。拉萨市周边有丰富的生物质能源资源。周边的牦牛牧场有丰富的牛粪资源,使得牛粪一直是拉萨的主要能源。周边的秸秆、薪柴也是生物质能源的重要来源。通过生物质锅炉直接燃烧牛粪、秸秆、薪柴和垃圾,加热热水,为集中供热热网供热,也是适合拉萨当地实际状况的供暖方式。目前已经建成了一些集中供热热网,但是采用天然气锅炉供热。昂贵的天然气使这些天然气锅炉的运行完全依赖于财政补贴。如果有可能把一些天然气锅炉

改成生物质能源的锅炉,就可以充分利用目前的集中供热热网这一宝贵资源,实现生物质能的有效利用,并且摆脱目前这种完全依赖于财政补贴的困境。

实际上,如何充分利用这些生物质能源,满足现代化都市的建筑用能需求,是需要研究的大课题。除了在集中锅炉中燃烧外,还可以通过压缩成型工艺,把干牛粪和粉碎了的秸秆、薪柴压制成块状燃料。这样的燃料可以无烟、无尘、高效燃烧,将其用于家庭炊事和壁炉供暖,也是一种好方式。目前在瑞士、奥地利等国家的一些与西藏地理环境接近的地区生物质压缩燃料的应用非常普遍,在一般的超市中都可以买到用于壁炉的块状生物质燃料,在拉萨为何不能尝试这一方式呢?目前拉萨周边尚有以收集、晾晒和销售牛粪为职业的从业人员,干牛粪的价格不超过 500 元/t ,按照燃烧值计算,其价格不到内地运去的燃煤的一半,而燃烧效率、排烟、炉渣等指标都优于燃煤。如果进一步将其压缩加工,可以在西藏地区发展出生物质能源型燃料产业,应该具有很强的竞争力,为西藏地区的经济发展和能源的自给作出贡献。

在拉萨,太阳能、生物质能属于可再生能源,由于电力的来源主要是水力发电,因此也是可再生能源,这都是应该优先发展和优先利用的能源。而天然气是依靠长途运输支撑的矿物能源,不是可再生能源。与燃煤相比天然气清洁,但是与太阳能、电力相比,天然气并不是清洁能源。它的燃烧同样产生 NO_x ,是造成细颗粒物污染的主要元凶。再从经济成本看,太阳能、电力、生物质能源都远低于天然气。而且,通过建筑节能、发展太阳能、辅之以各类电力和生物质能方式,完全可以实现整个城市的建筑供暖。因此,在拉萨不应在建筑中推广天然气应用,除了个别由于无其他条件而采用分户的天然气壁挂炉方式外,其他各种天然气供暖方式,包括天然气热电联产方式、天然气分布式能源方式,都是不适合拉萨市资源环境条件的能源方式,它们只能给拉萨带来沉重的财政负担并破坏拉萨美好的自然环境,因此应该坚决抵制。

4 实现拉萨市城市建设可持续发展需要的政策支持

党的“十八大”报告明确提出要大力推进生态文明建设,要把生态文明建设落实到城市建设、经济建设、文化建设和政治建设中去。建设现代化拉萨,解决拉萨的城市建筑供暖,也应该以生态文明建设为

基本原则和指导思想。拉萨有得天独厚的太阳能资源,其矿物能源资源又极为有限和昂贵,生态环境脆弱,保护拉萨的生态环境是保证拉萨旅游资源能够充分开发利用的基本条件。在这种情况下,把拉萨建成名副其实的“太阳城”应该是拉萨市城市建设和经济发展的大思路。拉萨完全可以建设成依靠太阳能、水利、生物质能解决建筑用能的城市,成为世界上第一个真正的“可再生能源城市”,使展示、开发、宣传可再生能源成为拉萨新的产业和经济发展动力,与旅游业一起,构成拉萨的主要经济支柱。从这一思路出发,拉萨的城市建设就应该把太阳能利用和其他生物质能利用摆在最主要的地位,在城市规划、城市基础设施建设、城市建筑建设和管理中,充分考虑太阳能利用的需求,实行一票否决制,保证太阳能利用的发展需要。从推广太阳能的需要出发,在城市建设管理中就要有如下的特定要求:

1) 严格控制城市建筑高度。因为3层和3层以下的建筑很容易实现被动式太阳能供暖,6层以下的建筑可以采用简单的太阳能屋顶集热系统,12层以下的建筑通过太阳能热泵系统也能实现供暖,而再高的建筑由于屋顶面积有限,就很难完全依靠太阳能供暖了。为了发展拉萨的太阳能建筑事业,除了个别的标志性建筑,能否完全取消高层建筑?

2) 从建筑用地上鼓励采用加厚的外墙方式。把外墙加厚到0.5~0.7 m,可以获得非常好的保温和蓄热效果,非常有利于太阳能供暖。但是按照目前的城市用地管理模式,建筑面积按照外墙外表面计算,加厚外墙将减少建筑的使用面积。如果有管理方法上的创新,使厚外墙得到鼓励,那将对推广适合拉萨特点的节能建筑起到重要作用。

3) 严格建筑节能标准的贯彻落实,通过加强设计审查、施工监理和竣工验收制度,改善施工质量,落实建筑保温的各个环节,保证气密性。只有实现优良的建筑保温性能和气密性,才有可能实现太阳能供暖。

4) 停止推广集中供热系统。除了采用生物质锅炉的集中供热,任何电锅炉、天然气锅炉和大规模水源热泵作为热源的集中供热都不利于推广太阳能供暖。已经建成的集中供热系统,应该逐渐进行热源方式的改造。

5) 取消对天然气的各种财政补贴,把可以利用的财政补贴完全用于建筑保温改造、被动式太阳能供

暖改造、主动式太阳能供暖改造以及生物质能压缩成型技术产业化中。利用目前可以得到的建筑供暖改造资金,完全可以实现拉萨市的“太阳城”改造计划。

5 对拉萨市城市能源系统和建筑冬季供暖的建议

5.1 拉萨市完全可以建成“可再生能源城市”,除工业和交通用能外,建筑的全部用能都由太阳能、水电和生物质能承担,从而使拉萨成为世界上第一个真正意义上的“零碳城市”。这应成为拉萨城市建设和经济发展的主要方向。

5.2 要真正实现依靠太阳能供暖的“太阳城”,首先要从城市建筑规划和能源规划做起。要根据太阳能建筑的特点,严格控制建筑高度,并从土地政策上为太阳能利用和建筑保温留足土地空间。

5.3 通过加强保温、加强建筑气密性等建筑节能措施大幅度降低供暖所需的热量。

5.4 通过采用被动式太阳能供暖手段,再辅之以太阳能热风集热等方式,使低层的住宅和一般办公建筑依靠太阳能基本满足冬季室内舒适性要求。

5.5 对于12层以下的商业建筑和公共建筑,可以通过各种主动式太阳能供暖系统实现太阳能供暖。

5.6 在主要依靠太阳能供暖的基础上,可以适当发展各种规模的空气源热泵供暖作为太阳能供暖的补充。

5.7 充分挖掘当地各类生物质能源,发展压缩成型生物质型材燃料,用于炊事和住宅壁炉供暖;亦可发展适当规模的生物质和垃圾焚烧锅炉的集中供热系统。

5.8 利用天然气作为能源的各种供暖方式除了分户的燃气壁挂炉外,都不适合拉萨的资源与环境状况,更影响开发推广太阳能供暖方式。因此应取消各种对天然气供暖的补贴优惠政策。

参考文献:

- [1] 中国气象局气象信息中心气象资料室,清华大学建筑技术科学系. 中国建筑热环境分析专用气象数据集[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- [2] 西安建筑科技大学,西藏自治区建筑勘察设计院. 西藏自治区居住建筑节能设计标准[S],2008
- [3] 西安建筑科技大学,西藏自治区建筑勘察设计院. 西藏自治区民用建筑采暖设计标准[S],2008
- [4] 潘云钢,金健. 太阳能在拉萨火车站供暖系统中的应用[J]. 暖通空调,2007,37(6):53-58
- [5] 祁祖尧,王倩,蔡伟华. 从城市规划角度思考拉萨市供暖工程的保障实施[J]. 暖通空调,2013,43(6):35-37
- [6] 杨铭. 北方供暖“零能耗”农宅实现模式与关键技术研究[D]. 北京:清华大学,2011