

学生宿舍楼可再生能源建筑应用示范项目 可行性研究报告

目 录

| | |
|---|-----------|
| 一、工程概况，包括地理位置、总平面图、建筑类型、建筑面积、使用功能、示范面积等内容 | 5 |
| 1.1 xx 大学学生宿舍楼地源热泵热水系统工程概况 | 5 |
| 1.2 项目地理位置 | 7 |
| 1.3 项目建设有利条件 | 7 |
| 1.4 示范面积和内容 | 8 |
| 1.4.1 示范面积 | 8 |
| 1.4.2 示范内容 | 8 |
| 二、示范目标及主要内容 | 9 |
| 2.1 项目背景 | 9 |
| 2.2 项目建设意义与必要性 | 11 |
| 2.3 项目建设目标 | 14 |
| 三、工程示范技术方案 | 16 |
| 3.1 围护结构体系 | 16 |
| 3.1.1 外墙 | 16 |
| 3.1.2 屋面 | 16 |
| 3.1.3 门窗 | 17 |
| 3.2 冷热负荷估算 | 18 |
| 3.2.1 热水需求状况 | 18 |
| 3.2.2 热水需求估算 | 18 |
| 3.2 供热供冷系统 | 错误！未定义书签。 |
| 3.2.1 地源热泵系统的优点 | 错误！未定义书签。 |
| 3.2.2 机组特性 | 错误！未定义书签。 |
| 3.4 浅层地热方案的论述 | 21 |
| 3.4.1 地源热泵系统的确定 | 21 |
| 3.4.2 机组系统 | 22 |
| 3.4.3 项目技术特点及优势 | 23 |
| 3.4.4 学生宿舍楼供热水系统 | 25 |

3.5 系统原理图 26

3.6 主要设备 29

四、技术经济分析 30

4.1 工程项目投资概算 30

 4.1.1 投资预算范围: 30

 4.1.2 施工方案及投资预算编制依据 30

 4.1.3. 预算投资结果 31

4.2 示范增量成本概算（包括计算基准） 31

 4.2.1 固定资产增量成本测算 31

 4.2.2 生产总成本增量成本测算 31

4.3 资金落实情况 32

 4.3.1 项目资金筹措计划 32

 4.3.2 当前资金落实清情况 32

五、进度计划与安排 33

5.1 项目建设总时间 33

5.2 项目安排顺序 33

六、效益分析 35

6.1 节能预测分析 35

6.2 环境影响分析 39

6.3 市场需求分析 40

 6.3.1 国内市场 40

 6.3.2 国外市场预测 40

6.4 示范项目推广前景分析 41

七、技术支持（包括：项目执行单位的技术力量描述、技术合作单位介绍） 43

7.1 项目承担单位简况 43

7.2 技术合作单位 44

7.3 技术支撑单位 44

7.4 技术实施单位 45

7.5 技术成果 46

7.5.1 来源 46

7.5.2 技术成果水平 46

7.5.3 知识产权情况 46

7.5.4 项目技术实际应用情况 47

7.6 项目产品标准 48

八、风险分析 50

8.1 技术风险 50

8.2 市场风险 50

8.3 社会风险 51

8.4 自然风险 51

九、工程建设报批手续证明材料、企业登记、资质证明材料 51

一、工程概况，包括地理位置、总平面图、建筑类型、 建筑面积、使用功能、示范面积等内容

1.1 xx 学院地源热泵热水系统工程概况

xx 学院是经国家教育部批准成立的一所全日制普通本科院校，座落在 xx 西部重镇 xx 市。学院分东合、澄碧两个校区，总占地面积 1915 亩；校舍面积 13 万多平方米。学院主要面向 xx 各地（市）招生，部分专业面向云南、贵州、湖南、湖北等省招生。目前全日制在校生 6150 人。按计划到 2010 年学院将主要以全日制普通本科教育为主，适度发展应用类专科教育，全日制学生达到 12600 人左右。同时，继续发展成人教育，到 2010 年函授生规模达到 4000 人左右。依照当地规划部门的意见，结合环保要求，学院根据国家中长期节能发展规划和建设节能型社会总体要求，为把庞大建筑群建设成为绿色、节能、环保示范园，拟在 xx 学院新建和既有学生宿舍楼、行政办公楼、计算机信息中心及电教实验中心采用 xx 大学最新科技成果——地源热泵制冷供热节能环保系统。xx 大学地源热泵制冷供热节能环保系统在 xx 已成功实施了二十多个应用工程，而此次在校内整体实施的地源热泵工程规模较大，且投资幅度较大，但 xx 是 xx 西北部革命老区，是经济欠发达的少数民族聚居地区，对项目支持有一定难度。为贯彻《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》（国发[2007]15 号）中“积极推进能源结构调整。大力发展可再生能源，抓紧制订出台可再生能源中长期规划，推进风能、太阳能、地热能、水电、沼气、生物质能利用以及可再生能源与建筑一体化的科研、开发和建设，加强资源调查评价。”和“重点支持专业化节能服务公司为企业以及党

政机关办公楼、公共设施和学校实施节能改造提供诊断、设计、融资、改造、运行管理一条龙服务”的要求，将xx学院建设成为xx和亚热带地区有代表性的可再生能源建筑应用示范项目，为专业化节能服务公司提供成功的服务案例，加快推进能源结构调整及发展可再生能源，促进科技成果的尽快转化为现实生产力，希望得到国家建设部的大力支持。

xx学院可再生能源建筑应用示范工程包括三大部分：

(1)学生生活区：

正在东合、澄碧校区兴建新学生宿舍楼 3 栋，新宿舍楼建筑面积 17759.6 平方米，可容纳 2976 名学生在校住宿。同时，拟改造全校××栋学生宿舍楼共计建筑面积 24330.4 平方米的热水系统。就南方学生而言，每天洗澡已成为生活习惯，在燃油供应紧张的今天，热水供应成为一大难题，为了满足学生的卫生习惯，保障学生的身体健康和减轻生活负担，学院考虑利用南方充足的地热源和太阳能，通过太阳能—地源热泵复合型系统解决热水供应难这一问题。

(2)行政办公区：

包括学院行政服务机构以及相关公共设施。总面积为 8141.3 平方米，主要用于为学生、教师、科研人员提供全方位、全过程服务行政机构和对外服务机构，是学院的窗口、品牌，工作环境与条件要求较高，其中也是建筑能耗集中点，所以，采取有效手段节能降耗，降低办学成本是十分必要的。应用可再生能源——太阳能—地源热泵复合型系统降低建筑能耗是最佳选择，也是国家倡导和支持的产业。

(3)教学活动区：

包括教室、计算机信息中心、实验大楼、实训基地和图书馆等。总建筑面积达 22267.9 平方米。教学活动区存放着先进教学仪器设

备，也是学生、教师工作学习逗留最长的地方，因此，环境条件相对要求较高，温度湿度要求保持相对恒定，要达到以上条件要求，对高温高湿的南方来说，中央空调是最理想选择，然而，普通中央空调运行成本高，对贫困地区学校来说有较大难度，所以，在设备选型上，拟选择运行成本低、且节能环保好的太阳能—地源热泵复合型系统。

1.2 项目地理位置

xx 学院是经国家教育部批准成立的一所全日制普通本科院校，座落在 xx 西部重镇 xx 市，这里是 xx 起义的发祥地、红七军的故乡，是全国 12 个重点红色旅游区：“左右江红色旅游区”的中心，也是云南、贵州等省通往广东、xx 出海口的交通枢纽，是南昆铁路、南昆高速公路的中间站，距田阳飞机场仅 40 公里，交通十分便利。

该地水文地质较好，经工程地质钻探，地貌属邕江 I 级阶地，地面标高 73.41m—76.69m，岩土层自上而下分布为素填土、粘土、中砂、卵石层，地下水埋藏在卵石层中，静止水位在地面下 4—25m，无不良地质现象及地震液化土层，具有实施亚热带地源热泵节能系统得天独厚的自然环境。

1.3 项目建设有利条件

在xx学院学生宿舍楼建立亚热带地源热泵节能系统示范项目具有许多有利条件：

(1) 自然环境得天独厚，实施亚热带地源热泵热水节能系统的条件成熟。

(2) 建筑群相对集中，有利于项目管理，有利于设备发挥出最大效能。

(3) 示范项目为学生直接提供服务的同时，也成为学生亲身体验和学习运用地源热泵的重要基地，这对加快科技成果推广具有十分现实意义。

(4) 示范项目的建立为专业化节能服务公司提供了成功的服务案例，为贯彻国务院关于节能减排综合性工作方案的实施，加快技术开发和推广，推进环保产业在 xx 的健康发展起到带头示范作用。

1.4 示范面积和内容

1.4.1 示范面积

本项目拟建示范面积 72499.2 平方米，其中教学行政用房 30409.2 平方米，学生生活用房 42090 平方米。

1.4.2 示范内容

示范项目建设的目的是建立建筑节能的活样板，为专业化节能服务公司提供了成功的服务案例，能为社会提供参观、学习、示范与推广。学校从为社会提供服务这一观点出发，结合学院建筑物的功能与用途，尽最大努力充分展示地源热泵节能系统的各种优化组合模式，其中包括：

①、太阳能—地源热泵复合型空调系统 30409.2 平方米。

②、太阳能—地源热泵复合型热水供应系统 42090 平方米。

二、示范目标及主要内容

2.1 项目背景

能源是人类社会存在与发展的物质基础。在过去 200 多年中，以煤炭、石油、天然气等化石燃料为主要的能源体系极大地推动了人类社会的跨越式发展，功不可抹。但随着经济快速增长，人们生活质量不断提高，对能源的需求量迅猛增加，而非再生化石燃料却面临日益枯竭，环境不断恶化，能源供需矛盾日益突出，从而导致发生了不少国与国之间、地区之间的政治经济纠纷和冲突，甚至引发战争。世界许多次战争爆发的根源都是为了争夺能源而引发的，中东战争显得尤为突出。

能源问题已成为当今世界各国共同关注的关系到国家安全和经济社会可持续发展的一个重大战略性问题。目前世界能源消费仍然是以石油为主，其次是天然气、煤炭和电，火力发电也离不开煤、石油、天然气作为原料。然而，石油、天然气和煤炭都是非再生矿物质能源，消耗后不会复原。据统计资料，全球已探明的石油蕴藏量为 1000-1400 亿吨左右，按目前开采速度，还能开采 40 年，天然气还能开采 70 年左右，煤炭还能开采 200 年左右，随着世界经济发展步伐加快，石油、天然气消耗速度十分惊人，比它们自然形成速度快大约 100 万倍，非再生能源将最终被消耗尽，这已成为一种现实。我国是一个贫油国家，能源安全问题更显得严峻。据数字显示，

中国人均能源资源仅为世界人均的 50%左右，石油仅为世界人均的 1/10，从 1993 年开始，我国由石油出口国变为石油净进口国。2005 年，石油进口量(含石油产品)已超过 1.2 亿吨，占全国石油用量近 45%，根据我国目前社会经济发展速度，到 2010 年，我国石油消费总量将达 4 亿吨，而国内生产能力仅为 1.6 亿吨，石油进口量将突破 2.4 亿吨，石油依赖进口度将进一步提高，有可能超过 50%以上，这就意味着给经济社会发展带来更大的风险性，世界石油市场上的任何风吹草动，都将直接影响到国民经济方方面面，影响到经济快速健康发展，影响到小康社会建设进程。从某种意义上来说，我国石油消费巨量的进口已危及社会经济发展和国家安全。

在我国能源消耗中，建筑能耗占全国总能耗量的 30%，居各类能耗之首。建筑能耗是指在建筑物使用过程中的能耗，主要包括建筑采暖、空调、热水供应、炊事、照明、家用电器、电梯、通风等方面的能耗。建筑能耗各部分能耗大体比例为：采暖空调占 65%，热水供应占 15%，电气占 14%，炊事占 6%。由此看到，采暖(含热水)及空调能耗约占建筑能耗的 80%以上。据统计，商场的空调单位面积年耗电量在每平方米每小时 160—220 千瓦，占总能耗的 40%—60%；写字楼空调电耗大约占总能耗的 40%。因此，必须从建筑能耗中的大头空调、供暖(含热水)探索一条建筑节能新途径，大幅度降低建筑能耗，已成为当前维护国家政治、经济安全的头等大事。为此，党中央、国务院从国家战略发展的高度向全国人民提出“能源开发与节约并举，把节约放在首位”，同时提出了到 2010 年，全

国城镇建筑的总能耗要节能 50%，全社会建筑的总能耗要节能 65%的总目标。目的十分明确，就是要构建节能型社会，加快我国小康社会建设进程。

2.2 项目建设意义与必要性

我国既有近 400 亿平方米建筑中，99%属于高能耗建筑；每年新建建筑面积近 20 亿平方米中，95%以上仍然是高能耗建筑，单位建筑面积能源消耗为发达国家 3 倍以上。

我国建筑能耗是相同气候条件发达国家的2-3倍，采暖和空调的能耗占建筑总能耗的 55%。传统的空调系统，以自来水或环境空气为冷源的制冷机组解决夏季制冷问题。近年来，空调负荷增长迅速，炎夏季节多数电网高峰负荷约有1/3用于空调制冷，使许多地区用电高度紧张，拉闸限电频繁。目前，中国房间空调机和单元式空调机的产量已达世界第一，建筑耗能逐年大幅多上升。

2004年 xx 的建筑能耗已经超过全社会总能耗的15%，夏季空调高峰负荷约240万千瓦。如果不加控制，xx2010年的建筑能耗将比2004年增加1倍，空调高峰负荷将超过500万千瓦，接近在建的龙滩水电站的马负荷出力，需要增加电力建设投资数百亿元。目前美国每年安装约4万套地源热泵系统，这个规模意味着每年可以节约 8.79×10^{11} 瓦的能量，相当于140个龙滩水电站的年发电量。

“建筑节能问题，不仅是经济问题，而且是重要的战略问题”。

建筑节能对于促进能源资源节约和合理利用，加快发展循环经济，实现经济社会的可持续发展，建设节约型社会，有着举足轻重的作用，也是保障国家能源安全、保护环境、提高人民群众生活质量、贯彻落实科学发展观的一项重要举措。

地表浅层是一个巨大的太阳能集热器，只要浅层土壤或地下水的常温在 $-3 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 以上，就具备开发利用低温地热的技术条件。地源热泵是以一定的能量从地表浅层热源中调出几倍于它的热能用于供热和制冷。尽管各应用项目工况、要求和条件不同，采用浅层低温地热系统虽然会比传统的中央空调系统增加初期投资 $1/3 \sim 1/2$ ，但运行费用节省 $1/3 \sim 2/3$ 。所增加的投资通常能在 $2 \sim 4$ 年内从节省的运行费用回收，之后进入效益显著期。

地源热泵是一种利用地下浅层地热资源（也称地能，包括地下水、土壤或地表水等）的既可供热又可制冷的高效节能空调系统。地源热泵通过输入少量的高品位能源（如电能），实现低温位热能向高温位转移。地能分别在冬季作为热泵供暖的热源和夏季空调的冷源，即在冬季，把地能中的热量“取”出来，提高温度后，供给室内采暖；夏季，把室内的热量取出来，释放到地下去。通常地源热泵消耗 1kW 的能量，用户可以得到 4kW 以上的热量或冷量。与锅炉（电、燃料）供热系统相比，锅炉供热只能将 90%以上的电能或 70~90%的燃料内能转化为热量，供用户使用，因此地源热泵要比电锅炉加热节省三分之二以上的电能，比燃料锅炉节省约二分之一的能量；由于地源热泵的热源温度全年较为稳定，一般为 $10 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，其制冷、

制热系数可达 4.0~4.4，与传统的空气源热泵相比，要高出 40%左右，其运行费用为普通中央空调的 50~60%。因此，近十几年来，尤其是近五年来，地源热泵空调系统在北美如美国、加拿大及中、北欧如瑞士、瑞典等国家取得了较快的发展，中国的地源热泵市场也日趋活跃，可以预计，该项技术将会成为 21 世纪最有效的供热和供冷空调技术。

地源热泵技术属于经济利益、社会效益和生态效益显著的社会公益技术。地源热泵冬天从土壤中取热，代替锅炉向建筑物供热；夏天向土壤排热，代替普通空调，给建筑物制冷；没有向大气排尘、排烟、排气等污染问题，是目前效率最高、对环境最有利的热水、取暖和制冷系统。地源热泵技术是既开发利用了可再生的新能源——浅层地热源，有显著节能的不可多得的新技术，具有开源、节能和环保的多重效果。被称为二十一世纪的“绿色空调技术”。

我国建筑总能耗约占社会终端能耗的 20.7%。其中，北方城镇建筑采暖和农村生活用煤约为 1.6 亿吨标煤/年，占我国 2004 年煤产量的 11.4%；建筑用电和其它类型的建筑用能（炊事、照明、家电、生活热水等）折合为电力，总计约为 5500 亿度/年，占全国社会终端电耗的 27%~29%。

建筑使用过程中的能耗主要包括建筑采暖、空调、热水供应等，各部分能耗大体比例为：采暖空调占 65%，热水供应占 15%，电气占 14%，炊事占 6%。

有关数字表明，建筑能耗已经达到我国能源总消耗的 1/3 左右，

所以建筑节能非常必要，节约潜力巨大。建设部总工程师王铁宏举例说，到 2020 年，如果城镇建筑达到节能标准，每年就可节省 3.35 亿吨标准煤，空调高峰负荷可减少 8000 万千瓦时，约相当于 1998 到 2003 年 5 年新增电力装机容量的总和，相当于 4.5 个三峡大坝的发电量，相当于每年可减少电力建设投资约 1 万亿元。降低供水管网漏损率 10 个百分点，一年可节水 47 亿吨；推广使用节水器具等，全国城镇家庭一年可节约用水 17 亿吨。

到 2020 年我国建筑能耗将比 2004 年增加 2.5 亿吨/年标煤和新增耗电 5800~6300 亿度/年，总计折合电力约 1.3 万亿度，新增量相当于目前建筑总能耗的 1.3 倍。

我国城镇的住宅总面积约为 100 亿 m^2 。除采暖外的住宅能耗还有照明、炊事、生活热水、家电、空调等，折合用电量为 10~30kwh/ $\text{m}^2 \cdot \text{年}$ ，用电总量约占我国全年供电量的 10%。一般公共建筑总面积约 55 亿 m^2 。用电总量约占我国全年供电量的 8%。

2.3 项目建设目标

（1）项目建设主要内容

本项目拟在 xx 学院的教学、行政以及学生生活区范围内安装太阳能—地源热泵复合型系统，为总计 72499.2 平方米的建设面积提供节能型的空调、供热支持，其中包括为教学、行政区安装地源热泵空调系统，为学生生活区安装地源热泵热水和空调系统。

（2）项目建设目标

通过该示范项目实施，可以达到以下节能目标：

- ①与常规电锅炉供热水相比，节能 70% 以上；
- ②与普通中央空调系统相比，夏季制冷量提高 20%以上或节电 20%；
- ③与燃油供暖相比节省能耗支出 40%以上。

三、工程示范技术方案

3.1 围护结构体系

3.1.1 外墙

墙体节能技术分为复合墙体节能与单一墙体节能。复合墙体节能是指在墙体主体结构基础上增加一层或几层复合的绝热保温材料来改善整个墙体的热工性能。根据复合材料与主体结构位置的不同，又分为内保温技术、外保温技术及夹心保温技术。本项目新建学生宿舍楼外墙（除图中注明者外）均为 240 厚粘土多孔墙P-MU10C-GB13544，卫生间内墙为 120 厚粘土多孔砖墙；其他内墙均为 MU10 混凝土空心小型砌块。外墙粉刷用 20 厚聚苯颗粒保温砂浆，且砂浆内防水剂重量为水泥 5%。

3.1.2 屋面

屋面节能的原理与墙体节能一样，通过改善屋面层的热工性能阻止热量的传递。主要措施有防水隔热屋面（外保温、内保温）、架空通风屋面、坡屋面、绿化屋面等。本项目屋面的做法如下：

| | |
|-------------------------|---|
| A:屋面做法一： (上人屋面，三级防水) | (1)铺块材（建议做法：8 厚地砖铺平拍实，缝宽 5，1:1 水泥砂浆填缝） (2)25 厚 1:4 干硬性水泥砂浆，面上撒素水泥 (3)4 厚 SBS 改性沥青防水卷材 |
|-------------------------|---|

| | |
|--------------------------------|---|
| | (4) 刷基层处理剂一遍 (5) 20 厚（最薄处）1:8 水泥加气混凝土碎渣找 2%坡 (6) 干铺30厚聚苯乙烯泡沫塑料板 (7) 20 厚 1:3 水泥砂浆找平层 (8) 现浇钢筋混凝土屋面板 |
| B:屋面做法二： 局部有斜板屋面（面挂精石瓦） | 参照98AJ211-15-4做法 |

3.1.3 门窗

门窗节能技术主要从减少渗透量、减少传热量、减少太阳辐射能三个方面进行。本示范项目通过采用密封材料增加窗户的气密性，减少渗透量来减少室内外冷热气流的直接交换而增加设备负荷；减少传热量是防止室内外温差的存在而引起的热量传递，建筑物的窗户由镶嵌材料（玻璃）和窗框、扇型材组成，通过采用节能玻璃（如中空玻璃、热反射玻璃等）、节能型窗框（如塑性窗框、隔热铝型框等）来增大窗户的整体传热系数以减少传热量。本项目窗全部采用热反射玻璃，白色 PVC 塑钢型材门窗，封闭严密，冷热风渗透率低，保温性能良好。北、东、西、南向窗墙比均小于规范限值 0.50 的要求。

3.2 冷热负荷估算

3.2.1. 行政办公区冷热负荷估算

经初步估算本工程设计冷负荷指标约为 $100\text{W}/\text{m}^2$ ，设计热负荷指标约为 $50\text{W}/\text{m}^2$ ，按照教学行政用房 $\times\times\times$ 平方米面积计，同时使用系数定为 0.9，则合计夏季设计总冷负荷 5577kW ，生活热水设计制热量为 505 kW ，即设计总热负荷为 3293 kW 。

3.2.1 生活热水

南方气候是湿度大，气温高，一年四季几乎天天洗澡，其中采用热水洗澡天数占全年 80%以上。冬季是热水需求量高峰期。所以生活热水是南方人的生活必须。

现行的热水供应采用的是燃气热水器，燃煤锅炉、燃油锅炉、电锅炉、太阳能+电。显然前四种为不可再生能源，且大多伴有废气、废物排放。而后一种在热水需求高峰的冬季，太阳能的供应却处于低谷。而太阳能—地源热泵复合型技术利用了温度几乎不变的地热源，是最优的可再生的南方地区热水供应能源。在 xx 采用地源热泵制热水，能效比一般可达 4.0 以上，人均配电功率只需 25-30w。现行健学院供应 5328 人的热水，地源热泵的配电功率仅为 136kw。

3.2.2 冷热负荷估算依据

- (1) 全年的热水供应高峰期在整个冬季。
- (2) 制冷高峰期在夏季。
- (3) 取暖高峰期在冬季的小段时间。

根据规范，南宁地区的空调室外计算参数如下：

年平均温度 22.5°C

冬季空调室外计算干球温度 5°C

冬季通风室外计算干球温度 13°C

冬季空调室外计算相对湿度 75%

夏季空调室外计算干球温度 34.2°C

夏季通风室外计算干球温度 32°C

夏季空调室外计算湿球温度 27.5°C

本项目建筑物的室内设计参数初步定为：

夏季室内设计温度为 $25-27^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度小于60%；

冬季室内设计温度为 $18-20^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度不做要求。

经初步估算本工程设计冷负荷指标约为 $100\text{W}/\text{m}^2$ ，设计热负荷指标约为 $50\text{W}/\text{m}^2$ ，按照 61968 平方米面积计，同时使用系数定为0.9，则合计夏季设计总冷负荷 5577kW，冬季设计采暖总热负荷 2788 kW；供应 5328 人生活热水，每人每天供应 50°C 的热水 40 公斤，即每天供应热水 213 吨。则在制冷量为 5577 kW，在制热工况下需提供的热量为 3293 kW。

3.3. 供热供冷系统

根据建筑物的使用性质，为合理利用能源，降低能耗，减少环境污染，本建筑供冷供热系统初步决定采用地源热泵空调机组作为中央空调及热水系统的冷热源。

3.3.1 地源热泵系统的优点

(1) 属可再生能源利用技术

水源热泵系统是利用地球表面浅层的无限可再生地热资源（通常小于400 米深）作为冷热源，进行能量转换的供暖空调系统。

(2) 属经济有效的节能技术

地能或地表浅层地热资源的温度一年四季相对稳定，这种温度特性使得水源热泵系统比传统空调系统运行效率平均要高40%，因此可节能和节省运行费用40%左右。另外，由于地能温度相对恒定，使得热泵机组运行更可靠、稳定，也保证了系统的高效性和经济性。

(3) 环境效益显著

地源热泵的污染物排放，与空气源热泵相比，可减少40%以上，与电供暖相比，可减少70%以上，如果结合其它节能措施节能减排会更明显。该装置的运行没有任何污染，可以建造在居民区内，没有燃烧，没有排烟，也没有废弃物，不需要堆放燃料废物的场地，且不用远距离输送热量。

(4) 一机多用，应用范围广

地源热泵系统可供暖、空调，还可供生活热水，一机多用，一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套装置或系统；可应用于宾馆、商场、办公楼、学校等建筑。

3.3.2. 机组特性

地源热泵机组具有以下特性：

- ① 机组使用寿命长，均在 15 年以上；
- ② 机组紧凑、节省空间；
- ③ 维护费用低，运行费用仅为传统空调的 50—60%；
- ④ 自动控制程度高，可无人值守。

3.4 浅层地热方案的论述

3.4.1 太阳能—地源热泵复合型系统的确定

就地源热泵的运行方式而言，地源热泵系统分为两种，一种为水源式开路系统，另一种为土壤埋管式闭路系统。水源式系统是利用地下水的高效换热，地下水直接进入机组；而土壤埋管式系统则是通过土壤换热器小温差换热的方式运行将热量传递给热泵机组。水源式系统一般是通过地下水的循环使热量得到充分利用，但必须依赖充足可靠的地下水源，否则，有可能破坏地下水的蓄藏或地层结构，造成地面沉降、回灌井堵塞等问题，而且地下水的品质直接影响到水源热泵机组的寿命；土壤埋管式系统的埋

地换热器只从地下取热或散热，不取地下水，没有地下水位下降、地面沉降等问题，是真正的绿色环保能源利用方式。土壤埋管式系统又分垂直 U 型埋管、水平埋管、螺纹盘管等。水平埋管施工简单、埋管施工费用少，但占地面积大，对于城市用地日趋紧张、土地价格不断上涨来说不合适；螺纹盘管的管路造价高，占地面积也较大。同时将太阳能集热器做为热泵的蒸发器，大大提高太阳能的吸热效率，机组的蒸发温度提高，使得热泵压缩机的耗电量减少，节省运行费用，有别于国外以太阳能集热方式辅助地源热泵和太阳能储热罐热泵，克服其效率低、体积庞大等弱点。

xx 学院的土质属于富水土壤，地下水位高，垂直 U 型埋管可充分利用地下水渗流的对流传热特性，获得高的换热效果。

针对以上系统特点，同时综合考虑造价因素、生态利用浅层地热能，决定本工程项目选用垂直 U 型埋管的太阳能—地源热泵复合型系统形式。

3.4.2 机组系统

本项目采用的技术是xx大学依靠自己的技术力量开发的的太阳能—地源热泵复合型系统应用技术，主要包括热泵机组、暖通空调、系统优化设计、深井钻探技术、自动化监控管理等技术。关键技术是适合亚热带资源条件的土壤换热器设计及其与太阳能集热器的最佳匹配，以及系统的科学集成。拥有富水土壤换热器垂直浅埋管技术、自然能源优化互补利用技术、夏季工况热量多级分流技术、自动控制等多项自主创新技术。

该项技术经过多年的理论与实践探索，依据南方土壤和气候实际，形成了一套由太阳能集热器、土壤换热器、热泵机组、冷却塔、控制系统等

科学集成的工程系统技术。不需抽取地下水，系统可因地制宜设计，避免了冬季过度取热引起系统效率下降或夏季排热负荷大易形成干燥土壤等种种弊端。热泵应用技术方面拥有 2 项实用新型专利：“太阳能-地源热泵空调热水设备”（专利号：ZL200320101152.8）；“多用途节能型热泵孵化机”（专利号：ZL03246721.4）；申请了 1 项发明专利“多功能地源热泵烘干设备”（申请号：200510032803.6）。目前已实施了近二十项工程，最早投入运行时间为 2000 年，几年的运行效果表明，该项技术实施的系统节能显著、安全可靠，环保性好。真正体现了可再生能源良性的、生态的合理利用。

3.4.3 项目技术特点及优势

（1）充分利用南方富水土壤的传热优势，换热效率高 根据南方亚热带地区土壤特性：地下水位高，土壤含水量丰富、液相对流传热起重要作用等，提出相应的土壤换热器设计理论和方法，实施土壤换热器垂直U型管的浅埋方式。经实际运行测试表明：富水土壤垂直U型管的换热器采用浅埋方式行之有效，在埋管深度比常规大大减少的情况下（约减少 50%），仍获得换热效率明显高于我国北方地区在干性土壤实施工程的效果（见附件 19 产品质量检测报告，附件22 查新报告）。范例工程——南宁市三中的地源热泵系统，在埋管深度 <32 米时，获得 $>60\text{w/m}$ 的换热量；地源热泵机组制热水工况的性能系数 >4.5 ，系统制热性能系数达 4.0。制热水与电锅炉比节能70%以上。因此，根据该项目技术的优势，项目产品的主要覆盖范围为南方亚热带地区，并可依靠 xx 的区位优势扩展到东南亚一带。

（2）充分利用南方暖气候优势，自然能源互补利用 南方常年需要生活热水，本项目技术充分利用亚热带地区暖气候优势，系统热源侧采用垂直

管浅埋方式的土壤换热器并灵活组合冷却塔、太阳能集热器等，制热工况采用土壤热源与空气热源间歇或互补运行方式。我国南方尤其是亚热带地区，浅层土壤温度约 20°C 左右（接近环境年平均温度），而南方气候一年中约有一半以上天数的环境温度高于 20°C ，冬季又有一半以上天数的环境温度高于 12°C ，南方暖气候为土壤热源和空气热源互补利用提供了得天独厚的条件。当环境温度低于 12°C 时，系统的低温热源以土壤热源为主；环境温度在 $12\text{--}20^{\circ}\text{C}$ 时，系统的低温热源综合利用土壤热源和空气热源；环境温度高于 20°C 时，系统的低温热源以空气热源为主。这样既使热泵机组始终保持高能效比，又保证了地表浅层热能的合理利用。避免了国内一些地源热泵系统由于过度取热，运行一段时间后出现效率下降的问题。

（3）空调工况热量多级分流，能源利用率高 南方夏季冷负荷大，制冷所需的埋地盘管长度要远大于加热所需的盘管长度。本技术采取热量多级分流技术方案，将制冷产生的热量用于制热水、向土壤和冷却塔散热，空调工况制热水不耗能，大大提高了能源利用率，并减少了制冷所需的埋地盘管长度，降低了系统的投资成本。同时将太阳能集热器做为热泵的蒸发器，大大提高太阳能的吸热效率，机组的蒸发温度提高，使得热泵压缩机的耗电量减少，节省运行费用；在夏季夜间运行时还可以作为辅助散热设备，减少了夏季向地下的排热量，使地温在数年内保持稳定，以保证机组在高效率下运行。

（4）工程投资成本低 由于富水土壤可以采用垂直埋管的浅埋技术方案和独特的回填方式，显著降低了土壤换热器的成本，大大降低了实施难度，扩大了市场的可容纳程度；系统匹配功率低，例如南宁市三中 2500 多人的学生公寓，其地源热泵热水系统运行匹配功率小于 60KW，不到原来设计电热水锅炉功率的 $1/10$ ，大大减少了电扩容投资。因此，工程投资可比国内同类技术减少 10% 以上。

（5）运行成本低 由于综合采用上述多项技术，系统节能效果突出，系统投资通常能在 1-2 年内从节省的能源开支中回收，以后便进入低成本运行状态，用户满意认可。

（6）一机多用、自动化控制程度高 系统集成程度高，一套系统实现了供热水、采暖和供冷多重功效。系统运行参数实时数字显示，可随时根据需要进行调整和监控，而且配置远程控制接口，可实现远程控制，有利于最佳能耗自动控制。

（7）系统稳定可靠、技术成熟 实施的系统有多个已连续运行几年，有的长达 4 年，反复经历了春、夏、秋、冬四季各种气候条件和多种工况的考验，均能满足生活热水、采暖及供冷的需要。运行效果证明该系统技术成熟。

（8）环保性好 系统不抽取地下水，不存在影响地下水源和破坏地层结构的问题；没有向大气排热、排冷和排烟等污染问题，真正的绿色环保能源利用。

3.4.4 学生宿舍楼供热水系统

设计对象以 xx 学院共××栋学生宿舍楼为例，每栋学生宿舍楼房间分布及入住人数如表 1 所示。××栋学生宿舍楼可住宿 6150 人，按每人每天使用热水 40 公斤来设计，每天需热水量为 246 吨。主要配置如下表 2：

表 2 主要配置

| 序号 | 设备名称 | 数量 | 单位 | 规格型号 | 生产厂家 | 备注 |
|----|--------|----|----|--------------|------|----|
| 1 | 地源热泵热水 | 36 | 台 | D5、8、15、20HP | 百福马 | |

| | | | | | | |
|---|-------------|------|---|-------------------|--------|--|
| | 设备 | | | | | |
| 2 | 热循环水泵 | 72 | 台 | IRG100—160（I） | 上海连成集团 | |
| 3 | 自来水加压泵 | 36 | 台 | SLS40—100（I） 型 | | |
| 4 | 地能水泵 | 36 | 台 | ISG100—125 | | |
| 5 | 不锈钢保温水箱 | 23 | 个 | 120T | 自制 | |
| 6 | 管材（含弯头、水阀等） | | 批 | PP—R 热水管 | 上海白蝶牌 | |
| 7 | 土壤打井 | 613 | 口 | | | |
| 8 | IC 智能控水系统 | 3051 | 个 | CL-M925S | 深圳卡联 | |

3.5 系统原理图

热泵在工作时，它本身消耗一部分能量，把环境介质中贮存的能量加以挖掘，通过制冷剂循环系统提高温度进行利用，而整个热泵装置所消耗的功仅为输出功能中的一小部分。同时将太阳能集热器做为热泵的蒸发器，大大提高太阳能的吸热效率，机组的蒸发温度提高，使得热泵压缩机的耗电量减少，节省运行费用；在夏季夜间运行时还可以作为辅助散热设备，这减少了夏季向地下的排热量，使地温在数年内保持稳定，以保证机组在高效率下运行。因此，采用太阳能—地源热泵复合型技术可以节约大量高

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/698005006125006124>