

本科毕业论文（设计）

论文题目：兰州市某住宅太阳能热水系统设计

摘要

本文将探讨兰州一六层住宅的太阳能热水系统设计。太阳能热水系统是一种环保和可持续的方式，可以利用太阳能资源为日常生活提供足够的热水。随着能源危机和环境问题的加剧，人们对太阳能的利用便越来越关注了。本设计在充分了解该住宅后，选择利用真空管式集热器供给热水，采用了强制循环系统，电加热作为辅助热源的设计。为了满足居民的热水需求，系统由 17 台真空管式集热器，以及保温、储热水箱，叶片旋涡泵组成。水从集热器中流过并被加热，然后在热交换器中通过一系列的管路和泵冷却。热交换器在夜间和冬季使用辅助加热器，以保证系统的正常运行。考虑到系统的安全性。

通过对该系统进行测试和数据分析，得出了以下结论：该太阳能热水系统可以显著减少在兰州居民的用水成本，节省了能源消耗，环保节能。在晴天和高温季节，系统的效率最高，可以满足居民日常用水的需求；在阴雨天气和低温季节，系统的效率较低，需要通过电加热等方式来提供热水，但依然能够提供部分热水需求；系统的维护和管理需要专业人员进行，否则可能会影响系统的运行效率。

关键词：热水系统；太阳能；优化设计

论文类型：工程设计

Abstract

This paper will discuss the design of solar water heating system for a sixth-floor residential building in Lanzhou. Solar water heating systems are an environmentally friendly and sustainable way to use solar energy to provide enough hot water for daily life. With the intensification of energy crisis and environmental problems, people pay more and more attention to the use of solar energy. This design is the use of heat pipe vacuum tube collector to supply hot water, the use of forced circulation system, electric heating as an auxiliary heat source design. In order to meet the residents' hot water needs, the system is composed of 38 ZWKJ -- 58-1800 -- 50 vacuum tube collectors, each of which is composed of 50 units. These collectors form an area of about 300 square meters. Water flows through the collector and is heated, then cooled in the heat exchanger through a series of pipes and pump houses. The heat exchanger uses auxiliary heaters at night and in winter to ensure the normal operation of the system

This design is the use of heat pipe vacuum tube collector to supply hot water, the use of forced circulation system, electric heating as an auxiliary heat source design. To meet the residents' hot water needs, the system consists of 200 vacuum tube collectors divided into four rows of 100 columns, each row consisting of 50 units. These collectors form an area of 250 square meters. Water flows through the collector and is heated, then cooled in the heat exchanger through a series of pipes and pump houses. The heat exchanger uses auxiliary heaters at night and in winter to ensure the normal operation of the system.

Key Words: Hot-Water System; Solar Energy; Optimal Design

目录

摘要.....	II
Abstract.....	III
目录.....	1
1 引言.....	1
1.1 课题研究背景及研究目的和意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 目的与意义.....	2
1.2 国内外研究现状.....	2
2 太阳能热水系统简介.....	4
2.1 太阳能热水系统的组成与工作原理.....	4
2.1.1 太阳能集热器.....	4
2.1.2 管路系统.....	6
2.1.3 辅助能源装置.....	6
2.1.4 循环水箱.....	7
2.1.5 循环泵.....	7
2.2 太阳能热水系统分类.....	8
2.2.1 按运行系统分类.....	8
2.2.2 按水箱分类.....	9
2.2.3 按供水范围分类.....	9
2.3 本章小结.....	9
3 热水系统的设计与计算.....	10
3.1 太阳能资源概况.....	10
3.2 住宅情况概况.....	11
3.3 太阳能热水系统的计算.....	12
3.3.1 热水量的计算.....	12
3.3.2 设计小时计算.....	12
3.3.3 集热器的选型.....	13
3.3.4 集热面积的确定.....	14
3.3.5 热水箱的确定.....	15
3.3.6 辅助热源的确定.....	15
3.4 关于太阳能热水系统运行的建议.....	16

3.4.1 太阳能热水系统安全性	16
3.4.2 太阳能热水系统的易用性	17
3.5 本章小结	17
4 太阳能热水系统的安装	18
4.1 集热器的安装	18
4.2 管道的水力计算	19
4.2.1 当量总数	19
4.2.2 设计秒流量	19
4.2.3 集热循环主管道管径和流速的确定	20
4.3 泵的选型	21
4.4 本章小结	23
5 效益分析	24
5.1 太阳能节能、环境效益分析	24
5.2 太阳能经济效益分析	25
5.3 本章小结	25
结语	26
参考文献	28
致谢	29
附录	30

1 引言

1.1 课题研究背景及研究目的和意义

1.1.1 研究背景

随着能源消费量的不断增长和人们对环境质量要求的不断提高，各种新能源已越来越受到人们的重视，太阳能热水系统设计的研究背景与需求息息相关。随着人们生活水平的提高和科技的进步，对于更高效、更节能、更环保的热水供应方式的要求日益增加。

一方面，传统的热热水供应方式存在很多问题，如热水的温度不稳定、供水量不足、设备占用空间较大等问题；同时，其能源消耗也比较大，无法满足当前节能减排的目标。因此，需要寻求更高效、更节能、更环保的热水供应方式。

另一方面，热水使用也是人们生活中必不可少的一项服务，所以热水系统研究具有极高的现实意义。通过研究，可以优化热水系统的设计和管理，提高热水的供应质量和效率，同时也可以推广和应用新型的热热水设备和技术，以达到低碳、环保、节能的目标。综上所述，热水系统研究背景主要是为了满足高效、节能、环保的热水供应需求，并在此基础上推动热水系统的优化和升级。

以下为国内太阳能资源分布表：

表 1.1 国内太阳能资源分布

资源等级	资源带	辐射量 $kW \cdot h/m^2 \cdot a$	主要地区	年日照时数
1	资源最丰富区	≥ 1750	宁夏北部，甘肃北部，新疆南部，青海西部，青藏高原	3200~3300
2	资源较丰富区	1400~1750	河北西北部，山西北部，内蒙古南部，宁夏南部，甘肃中部，青海东部等地	3000~3200
3	资源一般区	1050~1400	山东，河南，河北东南部，山西南部，新疆南部，吉林，辽宁，云南，山西北部，甘肃东南部，广东南部，福建南部，江苏北部和安徽北部等地区	2200~3000
4	资源缺乏区	≤ 1050	长江中下游，福建，浙江，湖南，广西，江西，湖北，福建北部等地区	1000~2200

1.1.2 目的与意义

兰州市是中国西北地区的重要城市，也是甘肃省省会城市。兰州市是一个经济、文化、科技较为发达的城市，人口密度大，人口数量众多。由于其地理位置和工业发展等因素的影响，兰州市面临着严重的空气污染问题。具体表现如下：

1.首要污染物：PM2.5（细颗粒物），是兰州市空气污染中的首要污染物，其容易进入人体呼吸道，对健康有极其严重的危害。2013年，兰州市PM2.5的年平均浓度为105微克/立方米，比国家规定限值高出约3倍。

2.工业排放：兰州市的工业发展快速，但同时也伴随着大量的工业排放。其中，钢铁、化工、建材等重点产业是兰州市的主要污染源。

3.交通排放：随着汽车数量的快速增加，兰州市交通排放也成为空气污染的重要因素。兰州市的交通状况和道路布局都有待改善，目前的公共交通建设程度还需进一步提升。

4.煤炭消耗：兰州市以煤为主要能源，燃煤是造成大气污染的另一个重要因素。需要加强煤炭消耗管理，减少燃煤污染。

本设计研究的主要目的如下：

1.保护环境：太阳能是一种清洁、可再生的能源，其利用可以大大减少对传统能源的依赖，有利于环保和可持续发展。并可以减少二氧化碳等有害气体的排放，缓解全球气候变化的影响。

2.降低成本:利用太阳能热水系统可以降低热水的成本，减少燃气和电费用的支出。

3.提高使用效率:太阳能热水系统可以根据实际需求进行设计，而且由于其自动化程度高，可以在很大程度上提高使用效率。

4.促进技术发展:通过为兰州太阳能热水系统进行设计，可以促进太阳能技术的发展和应用，为社会经济的可持续发展做出贡献。

综上所述，兰州市的空气污染问题比较严重，需要加强治理和管理，推动大气污染防治工作。而为兰州市设计太阳能热水系统可以促进太阳能利用，降低城市能源消耗，减少城市空气污染和温室气体排放，改善城市生态环境，提高城市居民生活品质。作为广大城市居民的基本需求之一，太阳能热水系统的设计和使用质量直接关系到民生福祉，因此对其进行研究具有重要意义。

1.2 国内外研究现状

国外太阳能热水系统在发达国家得到了广泛应用和支持，市场规模和普及率相对较高。以下是太阳能热水系统国外现状的主要概述，欧洲：欧洲国家一直是太阳能的主要消费市场之一。德国、意大利、西班牙、希腊等国，其中以德国为最。德国政府有关部门规定，新房建造必须安装太阳能热水器，安装率高达55%。美国：太阳能热水系统在美

国也得到了广泛的应用。美国太阳能热水器市场规模较大，市场份额约为世界的 20%。美国太阳能行业在基础研究、技术开发到产业化应用等各个环节均很发达，其技术和产品也强于国内，可以满足美国不同地区和不同户型的需求。日本：太阳能热水系统在日本也非常普及，因为日本岛国地理位置狭小，能源紧张，同时政府还加强了对于环保的推广，使得该市场规模逐年扩大。因此日本也是太阳能热水器技术和应用的领先国家之一。

总的来说，太阳能热水系统在发达国家得到广泛应用，因环保政策和市场需求的推动，太阳能热水具有明显的经济优势。随着全球节能低碳环保需求的日益提高，太阳能热水系统在未来市场前景可观。

在国内，当前太阳能作为一种环保的能源，得到了越来越多人们的认可。在我国，太阳能热水系统已经取得了一些成就，但仍有许多问题需解决。下面将对太阳能热水系统的国内现状进行介绍和分析。

首先，太阳能热水系统的设计流程日益成熟。在太阳能热水系统的设计中，先进行用水需求和太阳能资源研究，然后进行系统配置、热集成、系统仿真等步骤。设计流程的规范化可以提高太阳能热水系统的设计效率和质量，并为后期的维护和管理提供基础。其次，太阳能热水系统的设计技术日趋成熟。随着太阳能技术的不断发展和太阳能热水系统应用的日益普及，设计技术也得到了大幅提高。太阳能热水系统的设计技术包括：太阳能集热器的选型和布置、热储罐的设计、热交换器的选用、循环泵的控制、温度控制系统的设计等。这些技术的提高可以大大提高系统的稳定性和使用效率。再次，太阳能热水系统的标准化建设得到越来越多的重视。太阳能热水系统建立标准有助于规范太阳能热水系统的设计、制造、安装、维护和管理过程，提高系统的质量并降低使用成本。目前，我国已经建立了一系列太阳能热水系统的标准，如《大气气象太阳能热水工程勘察规范》、《太阳能热水工程施工与验收规范》等。

最后，太阳能热水系统设计与制造的产业化水平有所提高。太阳能热水系统的市场比较大，这也催生了一定的产业化水平。通过产业化，在制造和装配方面，太阳能热水系统的成本和响应时间得到了显著的改善，大大提升了太阳能热水系统的推广应用。当前我国太阳能热水系统的设计已经取得一些成果，但仍然存在一些问题亟需解决。随着设计技术的不断升级和标准的不断完善，太阳能热水系统的应用将会得到更好的发展。

2 太阳能热水系统简介

2.1 太阳能热水系统的组成与工作原理

太阳能热水系统是一种利用太阳能供应热水的系统。它们通过太阳能热集中器，将太阳辐射能转换为热能，然后将热能传递到水中，以提供热水供应。这种系统通常包括太阳能热水器、热水储罐和管道。太阳能热水系统相比传统的水热水器，具有更高效的能源利用，更低的运行成本和更环保的特点。太阳能热水系统主要组成部分如下图：

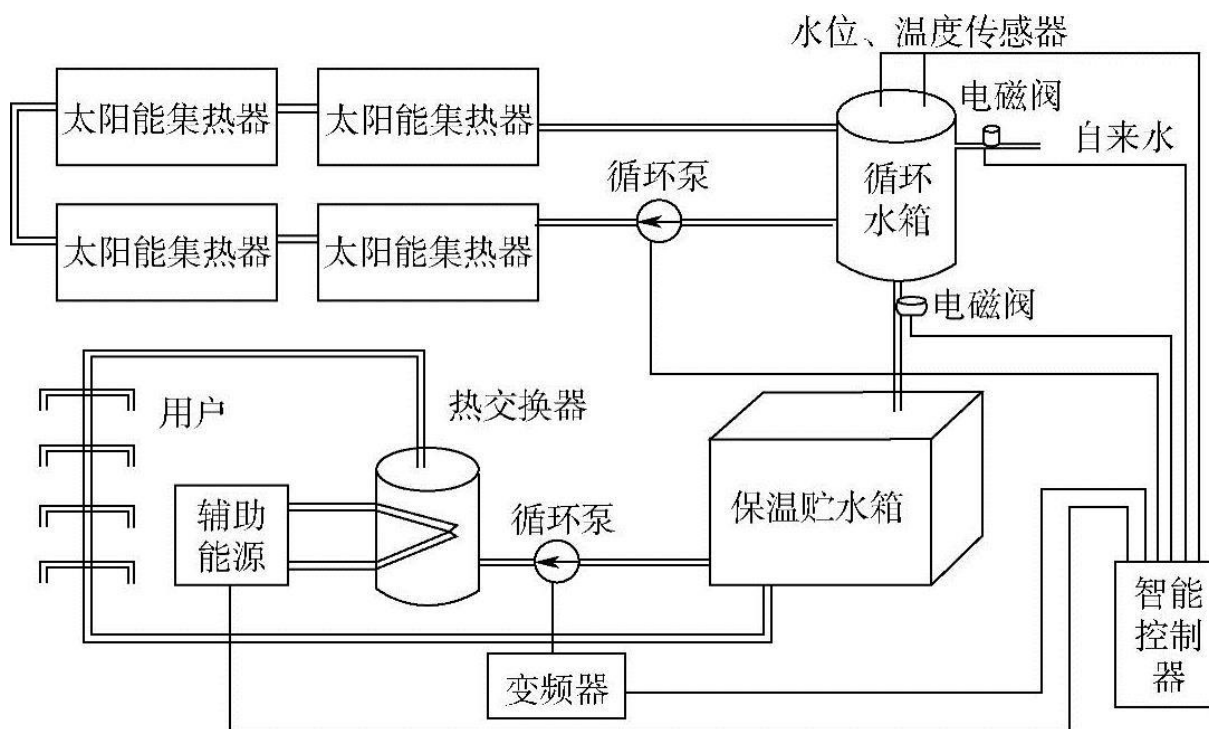


图 2.1 太阳能热水系统的组成

2.1.1 太阳能集热器

太阳能集热器是一种利用太阳能将阳光转化为热能的设备，通常由集热器、传热管和热水储罐组成。集热器是一个黑色的表面，可以吸收太阳辐射的能量，并将其转化为热能，传热管将热能传输到储罐中，最终产生热水。太阳能集热器可以广泛应用于供暖、热水等领域，是一种节能、环保的热能利用方式。太阳能集热器根据其结构和工作介质不同可以分为平板式太阳能集热器、真空管式太阳能集热器、热泵式太阳能集热器等几种类型。以下为各集热器介绍。

(1) 平板式太阳能热水器：一种非常常见的太阳能系列热水器。其结构为在专用透明硅胶表面层上，放置一排排聚氨酯泡沫隔热层覆盖水箱，水箱内部为集热器。平板式其优点是高效节能：平板式太阳能热水器通过太阳能的恒定补给，长时间持续输出热水。由于普通太阳能热水器与平板太阳能热水器对比，在产生热水方面更加的高效。环保：太阳能热水器行业的发展速度极快，已成为如今不脱时的热门产品。而太阳能的来源是太阳，不产生污染，不耗费能源，既实惠又环保。可靠性高：由于平板式太阳能热水器使用的是一些全封闭的水路配件，没有明显的损耗，因此使用寿命长达 10 年以上。其缺点为价格相对高：平板式太阳能热水器的价格相对于其他热水器的价格价格较高，初期投资成本也较高。依赖于天气：由于天气不可控，天气不好时，太阳能的收集和转换效果不如天气晴好时效果明显，可能不够使用，但此次不足以影响到平板式太阳能热水器长期稳定的性能。需保养：所有太阳能热水器设备都需要经常维护保养，平板式太阳能热水器也不例外。长时间堆积在水路内的污垢可能影响太阳能的传热效果，增大能耗并影响工作机构的使用寿命。

(2) 真空管式太阳能热水器：一种利用太阳能将水加热的系统。它主要由两部分组成：真空管集热器和水箱。真空管集热器是太阳能热水器的核心部件，由多个玻璃真空管组成，内部是真空或者几乎真空的状态，具有很好的保温效果。水箱是将热能储存在其中的设备。其优点为高效节能：真空管集热器可以有效减少热量的散失，将阳光能够高效地转化成热能，热效率高且节能。长寿命：真空管具有很好的抗腐蚀性能，可以使用 20 年以上，这使得热水器运行成本低，寿命长，节省用户的费用。抗风压和抗冲击：真空管的外层玻璃具有很好的抗风压和抗冲击的性能，不易损坏。适应性强：真空管太阳能热水器适用于各种气候条件，即使在阴雨天气中，它也可以正常工作。缺点是安装需要专业技术：安装真空管太阳能热水器需要专业技术，因为一旦安装不当会导致热能损失和其他问题。造价高：相比于普通太阳能热水器，真空管太阳能热水器的造价相对较高。

(3) U 形管太阳能热水器：一种太阳能热水器系统，它以 U 形管集热器为主要组成部分，通过将太阳辐射的能量吸收并传递至水箱中，从而实现太阳能转化。优点为高效节能：U 形管的设计使得阳光能够更多地被吸收，将太阳能转化为电能进行热转换，从而更加高效地进行热水供应。安装方便：U 形管太阳能热水器安装简单，对于水压要求不高，布置和排放都很方便。使用寿命长：U 形管太阳能热水器的 U 型管材质优良，使用寿命长。适用范围广：U 形管太阳能热水器适用范围广，可满足不同使用场景的需求。其缺点为需要阳光强烈：U 形管太阳能热水器的效果需要有比较强的阳光才能发挥，如果在阴雨天气下，效果也会受到影响。安装高度受限制：由于 U 形管的设计，导致太阳能集热器的安装高度不能太低，这对一些使用场景限制较多。

2.1.2 管路系统

太阳能热水系统的管路系统是将太阳能集热器、热水储罐以及其他组成部分连接在一起的管路系统，主要由集热器管路、水箱管路、泵组管路、散热器管路、控制系统管路等多个组成部分组成。太阳能热水系统的管路系统的作用是将太阳能集热器上产生的热能通过流体传输到热水储存器里面，直接用于供应热水或者进行暖气供应。

太阳能热水系统的管路系统是将太阳能集热器、热水储罐以及其他组成部分连接在一起的管路系统，主要由集热器管路、水箱管路、泵组管路、散热器管路、控制系统管路等多个组成部分组成。太阳能热水系统的管路系统的作用是将太阳能集热器上产生的热能通过流体（通常是水或者其他流体）传输到热水储存器里面，直接用于供应热水或者进行暖气供应。具体来说，它的管路系统主要由以下几个部分组成：

集热器管路，将太阳能集热器上的热能传输到水箱里面的管路，具有防冻、防爆的功能。

水箱管路，将从集热器管路中传输过来的水流注入到热水储存器里面，同样具有防冻、防爆的功能。

泵组管路，主要是将整个系统中的流体进行循环，使得在集热器上捕捉到的太阳能辐射能顺利地到达热水储罐内，从而实现热水的供应和循环。

散热器管路，通过散热器对水箱进行降温，使得水温达到家庭用水设施的合适供水温度。

控制系统管路，根据室内温度和需求进行系统的调节和控制，避免出现过热或者过冷的情况发生，从而提高太阳能热水系统的利用效率。

2.1.3 辅助能源装置

太阳能热水系统中辅助能源装置是未来一段时间内难以完全替代火力等传统能源时，为了满足特定情况下热水使用量要求而与太阳能集热器联合使用的辅助能源装置。根据使用情况和配合方式的不同，一般可分为以下几类：

电辅助加热装置，主要是通过将集热器与专用电加热器相结合，利用太阳能和电能两种能源的技术优势，完成热水的均衡供应。电辅助加热装置灵活性较高，使用方便，热水量也更稳定，常用于春季、秋季、冬季等太阳能资源不足的季节。

燃气辅助加热装置，将太阳能集热器与燃气锅炉、燃气热水器等相结合，实现太阳能和燃气等传统能源间的补充利用。燃气辅助加热装置主要用于太阳能资源不足、天气恶劣或者供热需求较大，主要适用于一些大型商业、工业和公共场所。

燃油辅助加热装置，与燃气辅助加热装置类似，将太阳能集热器与燃油热水器、燃油锅炉等结合使用，主要用于一些农村地区、偏远山区等缺乏燃气管道的地区。

总之，太阳能热水系统中辅助能源装置主要是为了在太阳能无法满足能量需求时保障供暖和供水质量，提高太阳能热水系统的适应性和稳定性。

2.1.4 循环水箱

太阳能热水系统的循环水箱是太阳能热水系统中重要的储水设备，其主要作用是接受集热器上的太阳能吸收热量传递的水流，在其内部对水进行加热和储存，供暖和热水器等用水设施的需要。

循环水箱一般包括下列部分：水箱，选用抗紫外线的 PE 或 PP 材料或 304 不锈钢材质，具有良好的防腐、耐压、耐高温性能。

加热器，太阳能集热器和辅助加热装置等，将不同能源的热能输送到水箱内，为水箱内的水提供热能。

温度传感器，用于感受水箱中的水温并传回控制器。

安全配件，安全阀、压力表和水位开关等，可以确保系统正常运行，及时发现和修复故障，保证系统运行的安全性。

泄压装置，防止压力过大时爆裂的安全装置，保证水箱内部的正常运行。

通风口，用于排除水箱内的空气和蒸气，并保证水质的清洁和新鲜。

在太阳能热水系统工作过程中，循环水箱起到储存热能的作用，一方面平衡水量，保证供水的稳定性，另一方面也可以将不同能源的热力进行有效融合，实现高效利用，提高系统的能效。

2.1.5 循环泵

循环泵，也叫循环水泵、管道泵，是一种用于将水或其它液体通过管道循环输送的泵。通常安装在循环水系统的管路上，利用自身动力将液体引入管道，保持管道内液体的循环流动。循环泵根据其用途和使用场合的不同，可以分成多种型号，例如：单级单吸式、多级高压式、离心式、轴向式等等。其主要特点包括有：

循环泵具有流量大、扬程高、输出压力稳定的特点，可以根据不同场合和要求调整其输出功率和流量。

循环泵的结构简单、运行可靠、安装方便，因此在各种领域广泛应用，包括供水、消防、暖通空调、农林灌溉、化工和工业生产等。

循环泵具有多种控制方式，如手动、自动和远程控制等，可以更加精确地控制液体输送的流量和速度。

循环泵的能耗较低，运行稳定，且不会对运输的液体造成损害，因此能够保证输送的液体保持较高的质量和纯度。

需要注意的是，为确保循环泵的正常运转，需要注意泵的使用和保养，以延长其使用寿命并确保输送的液体质量。

2.2 太阳能热水系统分类

2.2.1 按运行系统分类

(1) 自然循环太阳能热水系统，是被动式太阳能热水系统的一种，不需要外部动力和电力设备，采用自然的物理原理实现热水的自然循环流动。主要结构包括太阳能集热器、储水箱、上水管、下水管等。

自然循环太阳能热水系统的优点如下：系统结构简单，安装成本较低；不需要额外的电动设备，使用过程中不产生噪音；系统运行稳定可靠，维护成本较低；适用于楼层数较低的普通住宅。

自然循环太阳能热水系统的缺点如下：受地形和气候条件的限制，使用效果不如有源太阳能热水系统；不能保证每个水龙头的水温稳定，特别是在早晨或夜间使用热水时需要等待一段时间；系统的热水量受限，不能满足大量使用热水的需求。

因此，自然循环太阳能热水系统适用于楼层数较低并且日常热水需求量不大的家庭，但对于具有更高热水需求的建筑或住户，应采用主动式太阳能热水系统。故本设计不打算采用此运行方式。

(2) 直流式太阳能热水系统，是一种被动式太阳能热水系统。该系统包括太阳能集热器、热水储存箱和水管，利用水的自然循环和重力原理进行加热和循环。

直流式系统具有以下优点，结构简单，无需外接电源，安装和维护成本低；设备结构紧凑，整体美观，不会占用太多空间。太阳能集热效率高，能够充分利用太阳能的热能；使用寿命相对较长，且不受地形、气候和灰尘等因素的影响；能够满足一般家庭的日常生活热水需求。

直流式系统缺点如下：直流式太阳能热水系统的使用效果受天气影响较大，在阴雨天气和冬季利用效率较低；目前市场上的直流式太阳能热水系统技术普遍较为落后，未来可能需要更换或升级设备；系统的热水量受限，不能满足大量使用热水的需求。

总之，直流式太阳能热水系统在适宜的条件下使用非常实用可行，并且能够帮助用户节省热水成本。然而，在不适宜的条件下，其使用效果会受到影响。此外，未来还需要进一步提高直流式太阳能热水系统的技术水平，增加设备的可靠性和使用寿命。因为该系统目前应用较少，所以本设计没有采用。

(3) 主动循环系统，是一种用于控制室内空气质量的系统。通过循环室内空气来达到去除有害气体和细菌的目的。一般来说，主动循环系统包括一些设备，如管道、空气过滤器和循环机等，这些设备将空气吸入并通过管道和过滤器进行过滤处理，最后让过滤后的空气重新进入室内。

主动循环系统的优点：空气污染物低，主动循环系统可以保持室内空气清新，去除污染物和细菌，有效地提高室内空气质量和人们的健康水平。节能环保，主动循环系统

使用高效的过滤器来净化空气，因此可以减少空气净化器的使用，从而节省能源和资源，并降低对环境的影响。舒适性好，主动循环系统可以调节室内温度和湿度，使室内环境更加舒适，提高生活品质。

主动循环系统的缺点：成本较高，主动循环系统需要安装大量的管道和设备，成本相对较高。需要定期维护，主动循环系统需要定期更换和清洁过滤器，维护成本也比较高。不适用于所有建筑物：主动循环系统适合用于密封性比较好的建筑物，如公寓、商业办公楼等。

2.2.2 按水箱分类

(1) 悬式储水箱太阳能热水系统：悬挂在家庭屋顶上，用于储存太阳能热水板集热器所收集到的热水，供应生活热水使用。适用于房顶空间较小的住宅。

(2) 地面式储水箱太阳能热水系统：储水箱地面设立，位于户外或室内，供冬季使用。可设置多个水箱并行排列，大大提高水量。

(3) 型式整合储水箱太阳能热水系统：在集热器下面直接安装水箱，供应使用且占用房顶空间较小。也可以将整个系统设置在屋内或地下，从而有效避免水箱被破坏的风险。

(4) 集成式储水箱太阳能热水系统：集热器和水箱直接集成在一起，外观美观，操作简便。适合在建筑外部有一定空间的情况下安装。

2.2.3 按供水范围分类

(1) 家庭太阳能热水系统：适用于家庭使用的太阳能热水系统，一般包括储水箱、热水器、集热器和管道，可为家庭提供热水使用。

(2) 商用太阳能热水系统：适用于商业、工业、医疗、教育等场合的太阳能热水系统，能为大型用水需求提供稳定的热水供应。

(3) 大型太阳能热水系统：一般应用于游泳馆、酒店、医院等大型场所。由于需求十分庞大，一般具有强制循环或间接加热等设计。

(4) 社区太阳能热水系统：适用于城市、乡村等需要集中供热的社区，供应大量热水供多家使用，一般包括多个集热器、储水箱和管道系统。能够为多户提供统一、稳定的热水供应，降低社区耗能。

2.3 本章小结

本章主要介绍了太阳能热水系统的组成、工作原理和分类。其中包括太阳能集热器、管路系统、辅助能源装置、循环水箱、循环泵等组成部分的介绍，同时也详细阐述了系统运行的工作原理。通过对系统的分类及其特点的介绍，可以更好地了解 and 掌握不同类型太阳能热水系统的运作原理和应用场景。

3 热水系统的设计与计算

3.1 太阳能资源概况

中国太阳能资源丰富，主要分布在西南、西北和华南地区，具体如下：西北地区太阳辐射量常年居高不下，特别是在新疆、甘肃、青海等地，年平均日照时数在 2500 小时以上，是全国太阳能资源最为丰富的地区之一。西南地区的云南、贵州、四川等地，日照时间较长，太阳辐射较强，太阳能资源也相对丰富。华南地区的广东、广西、海南等地，阳光充足，气候温暖潮湿，太阳能资源比较充足。

综上所述，中国太阳能资源丰富，分布广泛。在这些地区，人们可以充分利用太阳能来发电、供热、照明等，以实现清洁能源的利用和环境保护的目标。中国拥有广阔的太阳能资源，尤其是在西部地区太阳辐射量较高，如新疆、西藏、青海等地，年均可利用日照时间超过 2500 小时，太阳能资源丰富。

本论文所选地兰州属于西北地区，太阳辐射量较高，年均日照时间在 3000-3200 小时之间，具体参数参考表 3.1，太阳能资源相对丰富。兰州处于太阳能资源较丰富区，非常适合安装太阳能热水器，因为太阳能资源丰富，而且天气干燥，日照时间较长，适合太阳能热水器的运行和发挥效益。因此，兰州的家庭或企业可以考虑选择太阳能热水器作为新能源的热水供应方式，以节约能源和降低环境污染。本设计为兰州市一六层住宅的太阳能热水系统设计，根据 2.2 节内容采用主动循环系统，有利于提高热效率，该系统也是目前比较广泛的一类热水系统的运行方式。

兰州太阳能平均月辐射量如下表所示：

表 3.1 兰州太阳能辐射量

月份	平均月辐射(MJ/m ²)	月日照时数 (h)
1	207.37	163.4
2	246.31	177.2
3	318.15	232.2
4	415.37	247.5
5	495.57	224.3
6	547.71	258.2
7	531.06	266.5
8	506.77	270.6
9	377.65	162.4
10	291.50	215.3
11	197.26	154
12	185.86	124.3

3.2 住宅情况概况

本系统所在地为兰州市区内，位于北纬 36°03'，东经 103°40'。属于温带大陆性气候，年平均温度 10℃。辐射量在 670~837x10⁴kJ / cm²，属于资源较丰富地区。本太阳能热水系统设计应用于兰州市某住宅小区，该小区分为 6 层，每层 5 户，每户用水人数 2.5 人，占地面积约为 300 平方米，平屋顶，热水系统计算单位数取 75 人。集热器采光面的平均日太阳总辐照量参考表 3.1 取 15.135MJ/(m² · d)，年平均日照小时数为 6.9h。住宅平面图见附录 1、附录 2。

热水用水定额为设计日最高用水定额根据表 3.2，可知为 100L/人 · d。设计冷水温度 t_1 根据表 3.3 可知，本设计为甘肃兰州采用地下水，取值 12℃。住宅设计热水温度按照《建筑给排水设计规范》(GB50015-2019)中要求规定，按 60℃计算。

热水用水定额表、冷水计算温度表如下：

表 3.2 热水用水定额

序号	建筑类型	单位	最高日用水定额 (L)	使用时间
1	住宅	每人每日	60~100	24 小时
2	别墅		70~110	
3	旅馆		70~110	
4	宿舍		90~120	

表 3.3 冷水计算温度 (℃)

区域	省、市、自治区、行政区	地面水	地下水	
西北	陕西	偏北	6~10	
		大部	10~15	
		秦岭以南	15~20	
	甘肃	南部	4	10~15
		秦岭以南	7	15~20
	青海	偏东	4	10~15
	宁夏	偏东		6~10
		南部	10~15	
	新疆	北疆	5	10~11
		南疆	—	12
乌鲁木齐		8		
东北	黑龙江		6~10	
	吉林			
	辽宁	大部		4
		南部		

3.3 太阳能热水系统的计算

3.3.1 热水量的计算

全日供热水的住宅，日耗热量可按以下式子进行计算：

$$Q_d = \frac{mq_r C (t_r - t_1) \rho_r}{86400} \quad (3.1)$$

式中， Q_d 为日耗热量，W；
 m 为热水系统计算单位数，（人）；
 q_r 为热水用量，L/(人·d)；
 C 为水的质量热容， $C=4187\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ；
 t_r 是热水温度， $^\circ\text{C}$ ；
 t_1 是水初始温度， $^\circ\text{C}$ ；
 ρ_r 是水的密度，取 $1\text{kg}/\text{L}$ ；

由 3.2 节可知热水系统计算单位数 m 为 75（人），热水用量 q_r 为 $100\text{L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ ，热水温度 t_r 为 60°C ，水的初始温度 t_1 为 12°C ，代入公式 3.1 计算得出日耗热量 $Q_d=17446\text{W}$ 。

3.3.2 设计小时计算

全日供水的住宅建筑的集中热水供应系统的设计小时按以下公式计算：

$$Q_h = K_h \frac{mq_r C (t_r - t_1) \rho_r}{86400} \quad (3.2)$$

式中， Q_h 为设计小时耗热量，W；
 K_h 是热水小时变化系数；

参考表 3.4，热水小时变化系数 K_h 取 5.12，结合公式 3.1 中数据代入公式 3.2 得出得出设计小时耗热量 $Q_h=89323\text{W}$ 。

下表为全天供水住宅热水小时变化系数数据表

表 3.4 热水小时变化系数 K_h 值

居住人数	50	100	150	200	250	300	500	1000	3000	>6000
住宅 K_h	6.58	5.12	4.5	4.13	3.88	3.70	3.28	2.86	2.48	2.34

设计小时用水量可按以下公式：

$$q_{rh} = \frac{Q_h}{1.163(t_r - t_1)\rho_r} \quad (3.3)$$

式中， q_{rh} 为设计小时热水量，L/h。

设计小时耗热量 Q_h 已知为 89323W，结合公式 3.1 中数据代入公式 3.3，计算得出小时热水量 $q_{rh}=1600\text{L/h}$ 。

3.3.3 集热器的选型

选择集热器，应根据使用地区的特点和设计选择最优性价比的类型。对于兰州这个城市，考虑到其地处西北地区，日照时间较长，太阳光照充足，一般来说，选择真空管式会比较适合，因为这种集热器的利用效率高，具有更好的适应性和稳定性，能够在阳光较弱的情况下仍然达到较高的热水温度。集热器选型参考表 3.5，本论文采用真空管集热器，型号为 ZWKJ—58—1800—50，具体参数见表 3.6。

表 3.5、太阳能集热器的选型

	平板型		真空管型		
	流道式	热管式	玻璃式	热管式	金属流道
抗冻性	否	是	-20℃以上	是	
承压性	是		否	是	
热水温度	60℃以下		90℃以下	80℃以下	
热性能	中低温地区	中低温地区	中温区	稍差于玻璃真空管	
质量稳定性	好	取决热管	取决于真空管材质		
经济性	造价低	高于流道	较高	较高于玻璃真空管	

表 3.6 真空管参数

品名	真空管式太阳能集热器
规格(长宽高)	2000mm 3750mm 1400mm
型号	ZWKJ—58—1800—50
集热面积	7.4 m ²
承压	非承压
总质量	75kg (不含水和工质)
循环方式	可自然循环或强制循环
真空度	0.0005Pa
热效率	≥0.53
价格	999 元

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/636030102042010120>