

提升劳动力素质
是实施科教兴国战略
加快转变经济发展方式
实现经济社会可持续发展的重要举措
为加快推进经济转型升级以及加强高技能人才培养
切实实施提升劳动力素质行动计划
浙江省人力资源和社会保障厅
规划了提升劳动力素质培训系列教材
浙江省职业技能教学研究所继续组织编写了
第一批提升劳动力综合素质及与浙江特色经济支柱产业
紧密联系的专业素质培训教材后
进一步扩大培训教材开发的层次和范围
预计用五年左右时间开发并形成较为完整的
适应区域经济发展需要的劳动力素质提升系列丛书
本套太阳能利用培训丛书共五册
分别为
《新能源概述》
《太阳能热利用技术》
《太阳能光伏技术》
《太阳能工程设计与施工》
《太阳能产品营销策略》
教材针对性强
目的明确
按现代职业教育最新理念编写
突出了职业培训的技能特点
适合于太阳能企业职工及企业经营管理人员提升素质培训
也是技工院校培养太阳能行业技能人才的良好教材



太阳能工程设计与施工



太阳能利用培训丛书
Taiyangneng Liyong
Peixun Congshu

主 编 李德恒

我国大力提倡环境保护和能源节约
使得太阳能技术得到了长足的发展
家用太阳能热水器已走进了千家万户
本书讲述太阳能利用的两大主要工程
热水工程与光伏发电工程在建筑、道路、公园的设计与施工
全书共分六个单元
第一单元太阳能热水系统安装设计基础
第二单元太阳能热水系统的施工
第三单元太阳能热水系统运行与维护
第四单元太阳能光伏系统安装设计基础
第五单元太阳能光伏系统的施工
第六单元太阳能光伏系统的维护检查
本书采用单元、课题编写方式
以陈述性知识辅导程序性知识为主要教学内容
有利于习得知识、强化技能、提高能力
本书注重基本概念、基本原理的阐述
并在大量的阅读材料中辅以实例
以便于学习者理解并能在实践中运用
每个单元后列出了一些练习与提高题
方便学习者对内容进行回顾、复习和掌握

浙江科学技术出版社



太阳能工程设计与施工



太阳能利用培训丛书
Taiyangneng Liyong
Peixun Congshu

主 编 李德恒

浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

太阳能工程设计与施工/李德恒主编. —杭州: 浙江科学技术出版社, 2009. 10

(太阳能利用培训丛书/洪惠明主编)

ISBN 978-7-5341-3665-8

I. 太… II. 李… III. ①太阳能利用—工程—设计
②太阳能利用—工程施工 IV. TK519

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 148334 号

丛 书 名 太阳能利用培训丛书
书 名 太阳能工程设计与施工
主 编 李德恒

出版发行 浙江科学技术出版社

杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006

联系电话: 0571-85152486

E-mail: ycy@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 杭州丰源印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店

开 本	710×1000 1/16	印 张	12
字 数	189 000	插 页	1
版 次	2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷		
书 号	ISBN 978-7-5341-3665-8	定 价	25.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社负责调换)

责任编辑 余春亚

封面设计 孙 菁

责任校对 赵 艳

责任印务 李 静

《太阳能利用培训丛书》编委会

顾 问 罗运俊 傅建中 王唤明 徐朱灵

总 主 编 洪惠明

副总主编 张成方

编 委 (按姓氏笔画排序)

王志娟 王晓华 邢树海 吕国平 朱肖华

羊利明 汤 俊 李德恒 沈志兵 张春阳

张映红 陈甫林 陈海峰 贾建康 夏 青

徐 炜 黄耀华 章勤芳

本册主编 李德恒

本册参编 张成方 杨国峰 何亚威

序 言

能源是人类生活和社会发展的物质基础。煤炭、石油、天然气等常规能源曾极大地支撑和推动着人类社会的进步和发展,但是由于石化能源的大规模开采和应用,造成资源日益枯竭、环境不断恶化、气候反常逐年加剧,而且还诱发了不少国家和地区的政治纠纷和经济冲突,甚至导致局部战争。

我国是世界上最大的煤炭消费国,煤炭消费量约占总能耗的三分之二,这是导致环境污染、生态恶化的重要原因。因此,大力开发和利用太阳能不仅是全人类的重要任务,也是我国发展国民经济和建设小康社会的战略目标。

我国太阳能资源十分丰富,可利用面积达 96.3%,尤其是在大西北,太阳能的开发利用具有巨大的潜力,是一个十分诱人的产业。为了培养我国太阳能产业的专业技术人才,在全国太阳能企业最多地区的海宁市技工学校设立创办了太阳能专业,组织了国内太阳能专家、专业教师编写了《新能源概述》、《太阳能热利用技术》、《太阳能光伏技术》、《太阳能工程设计与施工》、《太阳能产品营销策略》全套培训教材,共五册。教材着重解析了太阳能行业的技术、信息、营销、工艺、生产、安装及国家行业标准有关内容,同时还引入了当前市场上许多新的资料,颇为实用。教材创新教育思想,突出能力本位,强调操作技能训练,采用模块、课题编写方式,以工作过程为导向,以职业活动为核心,以陈述性知识辅导程序性知识为主要教学内容,有利于学习知识、强化技能、提高能力。

本套教材也是提升该行业劳动力素质的有效举措。太阳能利用产业作为新兴产业,从事该行业的劳动力素质偏低,缺乏系统的学习资料与培训机构。海宁市技工学校填补了国内空白,可为在职职工的素质提高、转岗和新生职工的专业培训提供条件。学员通过本教材的系统学习,将会使自身技术素质和营销能力达到一个新的水平。此外,教材内容较系统、全面,实用性和可读性强,对有志于从事开发、利用太阳能行业的人员具有参考价值。

一所技工学校,锐意进取,四处求教专家,编写了这套丛书,精神可嘉。但书中难免有不足和欠妥之处,我们应抱着关怀与爱护之心,善意指教,使他们的工作做得更好,使阳光产业更加光明。

北京市新能源与可再生能源协会太阳能热利用专业委员会主任
原中国农村能源行业协会太阳能热利用专业委员会秘书长

罗运俊

2009年8月10日

前言

QIANYAN

提升劳动力素质,是实施科教兴国战略、加快转变经济发展方式、实现经济社会可持续发展的重要举措。为加快推进经济转型升级以及加强高技能人才培养,切实实施提升劳动力素质行动计划,浙江省人力资源和社会保障厅规划了提升劳动力素质培训系列教材。浙江省职业技能教学研究所继续组织编写了第一批提升劳动力综合素质及与浙江特色经济支柱产业紧密联系的专业素质培训教材后,进一步扩大培训教材开发的层次和范围,预计用五年左右时间开发并形成较为完整的适应区域经济发展需要的劳动力素质提升系列丛书。本套太阳能利用培训丛书共五册,分别为《新能源概述》、《太阳能热利用技术》、《太阳能光伏技术》、《太阳能工程设计与施工》、《太阳能产品营销策略》。教材针对性强,目的明确,按现代职业教育最新理念编写,突出了职业培训的技能特点,适合于太阳能企业职工及企业经营管理人员提升素质培训,也是技工院校培养太阳能行业技能人才的良好教材。

本书内容包括太阳能系统的整体设计、太阳能系统的安装施工技术、太阳能系统的安装技术规范、太阳能系统的调试及验收、太阳能系统的维护技术及故障排除、太阳能光电系统的检测。各部分列有大量的数据、图表及实例。

本书由海宁市技工学校负责编写,主编李德恒。全书共分六个单元,编写工作分工如下:第一、第二、第五单元由李德恒编写,第三单元由张成方编写,第四单元由杨国峰编写,第六单元由何亚威编写。

本书在编写过程中,得到了浙江大学傅建中教授以及浙江正利时环保材料有限公司、浙江西林电子科技有限公司、海宁德立珑太阳能有限公司、海盐小博士电子科技有限公司、嘉兴北大华丰新能源有限公司、内蒙古大美国际贸易有限责任公司的大力支持,在此一并表示感谢!由于时间紧迫,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正!

浙江省职业技能教学研究所

2009年8月

目 录

C O N T E N T S

第一单元 太阳能热水系统安装设计基础 / 1

- 课题一 太阳能热水系统方案设计流程 / 2
- 课题二 太阳能热水系统施工图设计流程 / 9
- 课题三 太阳能热水系统设计实例 / 12
- 练习与提高 / 17

第二单元 太阳能热水系统的施工 / 18

- 课题一 施工的准备工作的 / 19
- 课题二 基础的制作 / 25
- 课题三 集热器结构支架的安装 / 30
- 课题四 屋面防水处理 / 38
- 课题五 集热器的连接 / 42
- 课题六 系统管路的施工 / 46
- 课题七 热水系统的保温施工 / 51
- 课题八 电气与控制系统的施工 / 57
- 课题九 热水系统的油漆 / 61
- 课题十 热水系统的调试 / 64
- 课题十一 太阳能热水系统设计安装实例 / 66
- 课题十二 住宅建筑太阳能热水器安装类型与系统验收 / 75
- 练习与提高 / 83

第三单元 太阳能热水系统运行与维护 / 84

课题一 系统试运行中的主要故障 / 85

课题二 系统的一般维护 / 87

课题三 系统的常见故障和维护 / 90

练习与提高 / 96

第四单元 太阳能光伏系统设计基础 / 97

课题一 太阳能光伏发电系统的概念设计 / 98

课题二 住宅用太阳能光伏发电系统的设计 / 101

课题三 地面或平屋顶用太阳能光伏发电系统的设计 / 108

课题四 太阳能光伏发电系统设计实例 / 114

练习与提高 / 120

第五单元 太阳能光伏系统的施工 / 122

课题一 光伏系统的施工步骤 / 123

课题二 布线施工 / 136

课题三 接地装置的安装与施工 / 147

课题四 太阳能路灯的安装与施工 / 156

练习与提高 / 162

第六单元 太阳能光伏系统的维护检查 / 163

课题一 太阳能光伏发电系统的维护检查 / 164

课题二 检查方法和试验方法 / 167

课题三 太阳能光伏发电系统的测量 / 175

练习与提高 / 179

主要参考文献 / 181

第一单元

太阳能热水系统安装设计基础

教学目标

1. 了解太阳能热水系统方案设计的过程,明确太阳能热水系统设计内容。
2. 掌握确定太阳能热水系统设计的条件。
3. 掌握太阳能热水系统施工图设计流程,为以后学习具体施工打下基础。

目前我国大力提倡环境保护和节约能源,使得太阳能技术得到长足发展,家用太阳能热水器走进了千家万户。据资料显示:太阳能热水器具有节约常规能源、不会造成环境污染、使用方便、经济效益明显等优点。浙江省年平均日照量在 2 000h 以上,太阳能的利用具有很大的潜力。如何制造出既经济又实用的太阳能热水系统,是本单元要考虑的问题。

课题一

太阳能热水系统方案设计流程

知识要点

1. 设计流程
2. 太阳能热水系统的设计条件

太阳能热水系统的种类有很多,房屋的种类也有很多,你知道如何设计适合于不同房屋种类的太阳能热水系统吗?

太阳能热水系统方案的设计流程如图 1-1 所示。

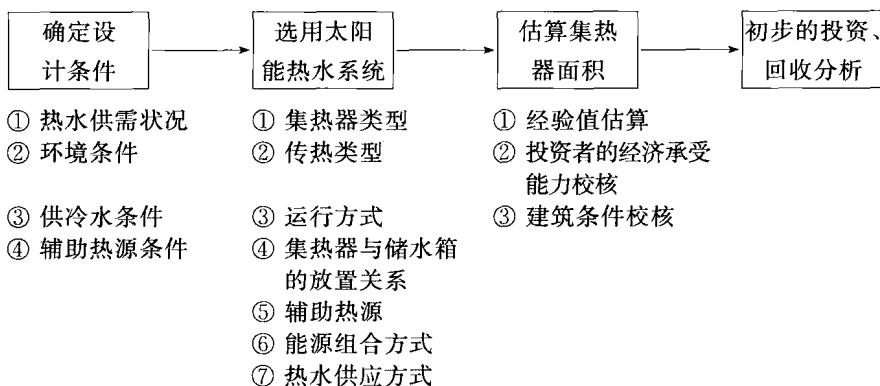


图 1-1 太阳能热水系统方案设计流程

一、确定太阳能热水系统设计条件

(一) 热水供需状况

1. 了解当地居民生活状况、用热水方式(用热水时间段、热水用量、热水温度),有条件的可以进行实际情况调查分析。

2. 明确热水使用人数,结合建筑方案,明确用水点的位置,同时考虑住宅的档次、物业管理的方式,以选用局部或集中热水供应系统。

想一想

我国南方地区的气候比较热,在设计热水系统时应注意哪些气候条件?

（二）环境条件

了解当地的气候条件、所处的太阳辐射资源分区、气象数据、环境温度、安装地点的纬度、日照时间、月均日辐照量等。

（三）供冷水条件

了解当地的冷水供水方式、水压及水温，尤其是枯水季节的水压。通常冷水系统的供水压力是以顶层的卫生器具为最不利点考虑的，而太阳能热水系统最佳的安装位置是在建筑的屋顶上，则所需水压至少比常规系统的水压高 4~5m。如果水压不足，会引起系统不能运行或者储水箱中热水取不出来，不仅无法利用太阳能，还会造成投资的浪费，给居民生活带来不便。

议一议

对于住在高层楼房中的住户，如何使热水系统的水压正常呢？

（四）辅助热源条件

了解当地电及燃气的供应方式、计费方式等，或考虑其他合适的辅助热源。

二、选用太阳能热水系统

根据已有的太阳能热水系统设计条件、使用要求、耗热量及用水点的分布情况，结合热源情况，合理选用太阳能热水系统，并绘制系统流程布置图。

阅读材料

太阳能热水系统的设计要点

太阳能热水系统优化设计的选用对系统性能、系统造价影响较大，应综合考虑多方面因素，遵循“匹配适用性”原则选型。

从太阳能建筑一体化角度出发，对于别墅型建筑宜选择分离式系统；对于多层建筑宜选择集中式系统，以幢或单元为单位设置；对于高层建筑宜选择集中式太阳能预热系统，其集热装置宜选择平板式、热管式、U形管真空管式、导管真空管式等高可靠、免维护型。

从用户使用特点角度出发，对于定温即时用水客户，宜选用强制循环或直流式热水系统；对于定时定量用水客户，宜选用自然循环热水系统。

太阳能热水系统的防冻措施，可采用低温排空法、防冻循环法、电伴热带防冻法及防冻液集热循环二次换热法等。

太阳能热水系统的避雷、抗风雪、防沙尘、防冰雹要求,由相应的集热器选型设计决定。

为保证太阳能热水系统集热性能的稳定性,在选型时需考虑水质对集热装置的影响,因水中悬浮颗粒及水垢易沉积附着在集热管内,会导致系统集热性能衰减。因此,大面积太阳能热水系统的集热装置宜选择有有效防垢措施的产品,如热管式、导管式集热管或设计成间接系统。对于水垢造成的影响,可在设计系统时合理配置储水箱和集热器面积的比例,使系统在一天运行中最高温度不超过 60°C ;对于直流式系统,设定系统的最高水温不超过 60°C ;也可在系统中加装有效的防垢设施。

为保证太阳能热水系统运行的可靠性,对于全玻璃真空管集热装置需高于储热装置设置,以防止真空管破损后系统大面积跑水,并应在系统中设计自控报警装置,以提高系统的安全可靠性。

对于不同需求用户的太阳能热水系统设计的选用类型见下表。

建筑物类型			居住建筑			公共建筑		
			低层	多层	高层	宾馆 医院	游泳 馆	公共 浴室
太阳能热水系统类型	集热与供水范围	集中供热水系统	●	●	●	●	●	●
		集中—分散供热水系统	●	●	—	—	—	—
		分散供热水系统	●	—	—	—	—	—
	系统运行方式	自然循环系统	●	●	—	●	●	●
		强制循环系统	●	●	●	●	●	●
		直流式系统	—	●	●	●	●	●
	集热器内传热工质	直接系统	●	●	●	●	—	●
		间接系统	●	●	●	●	●	●
	辅助能源安装位置	内置加热系统	●	●	—	—	—	—
		外置加热系统	—	●	●	●	●	●
	辅助能源启动方式	全日自动启动系统	●	●	●	●	—	—
		定时自动启动系统	●	●	●	—	●	●
		按需手动启动系统	●	—	—	—	●	●

注:表中“●”为可选用项目。

三、估算集热器面积

(一) 根据经验值估算

在方案设计阶段,结合实际工程经验,根据住宅所在地区太阳能资源条件,每生产 100L、出水温度 50~55℃ 的热水,所需的集热器面积可以参照表 1-1 进行估算(《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364—2005)。

表 1-1 太阳能集热器面积推荐选用表

等级	太阳能条件	年日照时数(h)	水平面上年太阳辐照量[$\text{MJ}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$]	地 区	集热器面积(m^2)
I	资源丰富区	3 200~3 300	>6 700	宁夏北、甘肃西、新疆东南、青海西、西藏西	1.2
II	资源较富区	3 000~3 200	5 400~6 700	冀西北、京、津、晋北、内蒙古及宁夏南、甘肃中东、青海东、西藏南、新疆南	1.4
III	资源一般区	2 200~3 000	5 000~5 400	鲁、豫、冀东南、晋南、新疆北、吉林、辽宁、云南、陕北、甘东南、粤南	1.6
		1 400~2 200	4 200~5 000	湘、桂、赣、江、浙、沪、皖、鄂、闽北、粤北、陕南、黑龙江	1.8
IV	资源贫乏区	1 000~1 400	<4 200	川、黔、渝	2.0

(二) 按照投资者的经济承受能力校核

根据估算出的集热器面积可以预算出系统造价,与投资者预期的投资价值作比较,按照其经济承受能力选定集热器面积,并尽可能多地使用太阳能。

(三) 根据建筑条件校核

集热器的设置面积往往由建筑条件所决定,必须按照实际建筑情况(屋面、墙面或阳台等部位的可安装面积、朝向、安装倾角等)进行校核。

阅读材料

储水箱选择

1. 储水箱容量。有的不法厂商为降低成本,在内水箱的容量上做起了文章。储水箱的标准配比为: $\phi 47\text{mm}$ 、长 1.2m 的真空管每支 $\geq 5.5\text{kg}$; $\phi 47\text{mm}$ 、长 1.5m 的真空管每支 $\geq 7\text{kg}$; $\phi 58\text{mm}$ 、长 1.8m 的真空管每支 $\geq 10\text{kg}$ 。例如,一台 $\phi 47\text{mm}$ 、 $1.5\text{m} \times 18$ 支的真空管太阳能热水器的储水箱净容量应该为 $18 \times 7\text{kg/支} \geq 126\text{kg}$,但现在有的产品仅 95kg 左右,容量大打折扣,其成本仅储水箱这一项就相差 180~300 元人民币。消费者如要知道储水箱容量的大小可按有关数学公式计算。

2. 牌号和厚度。太阳能热水器储水箱内胆的选材十分关键,为了延长储水箱的使用寿命和保护消费者的健康,应选用无毒、无味、能确保水质清洁的材料,其优质产品应选 SUS304—2B 型食品级不锈钢,厚度应达到 0.5mm 以上,承压式的厚度应在 1.0mm 以上。目前,国内十大知名太阳能热水器品牌均能达到此要求,而劣质产品则采用 0.3~0.4mm 厚度的不锈钢板,成本大大降低,更有一些厂家干脆用其他牌号的不锈钢板制作内胆(含有毒物质及放射性元素),将直接影响使用者的身体健康。

四、系统设施设置的设计原则

(一) 太阳能集热器设置的设计原则

1. 太阳能集热器面积应根据热水用量、建筑允许的安装面积、当地的气象条件、供水水温等因素综合确定。
2. 与建筑有机结合设置太阳能集热器,设计原则参照相关技术要求。
3. 应在太阳能集热器附近设置相应的给水点和排水设施。

(二) 储水箱设置的设计原则

1. 储水箱按系统的不同,分为集中储水和分户储水两种,分户储水的水箱容积不大,宜将其设置在室内、地下室、半地下室、储藏间、车库、阳台、阁楼间或技术夹层中的设备间内,有条件的也可为其设计单独的设备间;集中储水的水箱容积较大,

想一想

根据浙江省的日照条件,大致估算一下一个普通三口之家需要的集热器面积。

在室内设计安装时宜考虑储水箱整体安装地点的输送通道。大型储水箱可设置在地下室、屋顶层设备间、技术夹层中的设备间或为其单独设计的设备间内,安装位置应保证其安全运转以及便于操作、检修。

2. 设置储水箱应有相应的排水、防水措施。

3. 要充分考虑储水箱设置处的荷载要求。

4. 储水箱上方及周围应留有符合规范要求的安装、检修空间,一般不小于 600mm。

5. 储水箱应尽量靠近太阳能集热器设置,以减少其连接管道中的热损耗。

6. 辅助热源也应靠近储水箱设置,并需考虑操作和维护的方便。将储水箱及辅助热源设施共同设置在设备间内是一种很好的解决问题的办法。

(三) 管道、管线(包括电气管线)设置原则

1. 管道设置应合理有序地安排走向,有组织地布置,做到安全、隐蔽、易于检修,并不得影响建筑功能及建筑外观。竖向管线宜布置在竖向管道中,管线需在预埋的套管中穿过围护结构。

2. 太阳能热水系统电气控制线路也应空管暗敷。

(四) 与太阳能热水系统相关的建筑设备综合设计原则

为保证使用者按需要方便地获得热水,太阳能热水系统不仅需要有助热源的设施,还要有相关的设备设施,如储水箱水位观察仪器、水温调节自动控制器、水温显示表、计量装置以及一系列泵、阀门等相关设备,这些设备的安装设置能够保证太阳能热水系统的正常运转。因此,与太阳能热水系统相关的一系列辅助设备,均需设计人员按设备不同的技术要求妥善安排其空间位置,确保安全使用且便于操作、维护和管理。

阅读材料

玻璃材料

制造太阳能真空集热管的玻璃应选用透光比高、强度和硬度大、热膨胀系数小(系数小则耐冷热冲击性能好)、使用寿命长的优质硼硅 3.3 玻璃材料制成的真空管。有些不法厂家为牟私利,有的采用膨胀系数 3.5 以上的硼硅玻璃,有的则用钢化玻璃,都直接影响使用效果和真空管的寿命。

工程施工合同的签订

太阳能热水系统在工程施工前,首先要与用户签订工程施工合同,把以法律形式约定的供需双方的责、权、利落实到文字上。合同的主要内容如下:

1. 工程的技术要求。包括温度、用水量、用水时段、辅助热源的选择和设置等要求。

2. 工程量的要求。一般的约定是:厂家就近从用户的供水管接水至储水箱,热水管从储水箱接到用户的热水管。电源控制箱就近安装在用电设备(储水箱附近)处,控制箱前的电源线由用户负责,箱后出线由厂家负责。对于其他工程量,如室内管线或喷头等施工,必须另外约定。

3. 工程周期。根据工程规模、工程量以及施工难度,估算出所用工时,并应留有余量。

4. 费用的支付方式。通常,签订合同,做设计,开始备料,用户应支付一定的工程预付款,一般为总额的10%~30%;设计完毕,图样资料交给用户,主要设备、材料到现场并开始施工,用户应交付第二批工程款,一般为总额的50%;工程施工完毕并通过验收,用户再支付其余款,当用户有要求时,可留下5%质保金,待工程验收一年后再支付。

5. 工程验收条件。通常太阳能热水系统在上满水的两个晴天后,工程达到设计要求的水温和水量即为合格,如果用户有要求,可按国家有关技术标准执行。