

多种能源融合的 建筑节能系统的设计与应用

张链 陈子坚 著

中国科学技术大学出版社

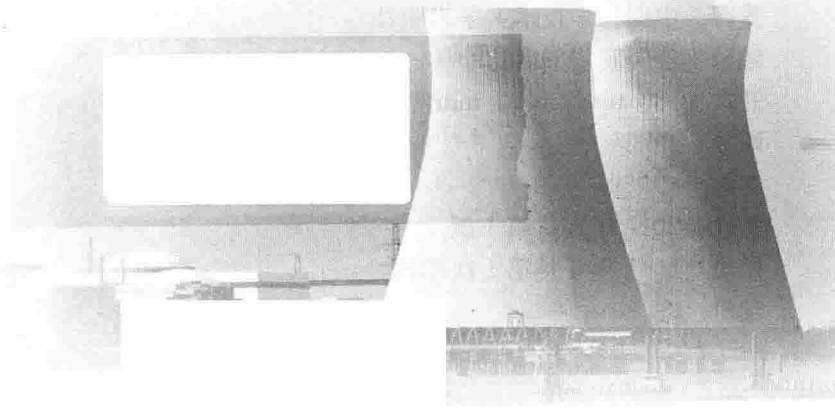


多种能源融合的

建筑节能系统的设计与应用

张链 陈子坚 著

中国科学技术大学出版社



内 容 简 介

本书主要将新能源与建筑节能技术相结合,着重讲述了多种能源在建筑中的融合与应用。主要介绍的光伏建筑一体化系统包含离网型光伏建筑一体化系统、并网型光伏建筑一体化系统、风光互补发电系统及多种能源融合的微电网系统。对于光热建筑一体化系统,本书主要介绍了太阳能热利用与建筑物相结合的系统。本书还介绍了太阳能电池板的制作以及热回收技术在建筑节能中的应用等与新能源和建筑节能相关的技术。本书内容丰富、新颖,广泛涉及并且融合相关领域的新技术和新动向。

本书可作为高等学校研究型本科生、应用技术型本科生、高职高专学生、大专学生、函授大学学生等的教学用书,也可作为相关技术人员的参考书或培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

多种能源融合的建筑节能系统的设计与应用/张链,陈子坚著. —合肥:中国科学技术大学出版社,2017.8

ISBN 978-7-312-04225-6

I. 多… II. ①张… ②陈… III. 建筑设计—节能设计 IV. TU201.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 089053 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
<https://zgkxjdsdxcbs.tmall.com>

印刷 安徽国文彩印有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 19.25
字数 493 千
版次 2017 年 8 月第 1 版
印次 2017 年 8 月第 1 次印刷
定价 39.80 元

前 言

近年来,国家对能源及其相关产业的发展尤为重视。节能减排的话题在国家“十二五”期间就被重点提出,而如今时间已经来到国家的第十三个五年规划时期。国家“十三五”规划中明确提出,要建设现代能源体系,深入推进能源革命,着力推动能源生产利用方式变革,优化能源供给结构,提高能源利用效率,建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系,维护国家能源安全。

其中可再生能源、互联网+智慧能源系统、能源的高效利用、建筑节能、绿色生态建筑等是建设现代能源体系的重点方向。而将上述系统融合形成的多种能源的建筑节能体系必将成为未来的发展趋势。

为了促进多种能源融合的体系更好更快地发展,我国高等院校也在进行相应的能源专业建设与调整。这迫切需求能源类专业教学内容更加广泛,与国际接轨更加紧迫,在此基础上我们编写了本书*。

本书有以下特点:

1. 全面专业

本书是为能源与动力工程、建筑环境与能源工程、新能源科学与工程、建筑电气与智能化工程、新能源新材料、电气自动化等相关专业学生完成本专业的学习,在具有一定的专业知识的基础上,进一步巩固和提高专业技术水平,特别是提高工程实践能力、系统设计能力而编写的。

2. 内容广泛

本书参考了部分经典文献,内容丰富、新颖,广泛涉及并且融合相关领域的新技术和新动向,诸如可再生能源技术、太阳能建筑一体化技术、风力发电技术、建筑空调节能技术、建筑智能化技术、太阳能热利用技术、新能源新材料技术、物联网技术、电气工程技术、电子技术等相关工程技术。

3. 体系分明

本书分为11章(包括光伏发电系统,太阳能热利用系统,追日系统,风力发电系统,总能量中央控制管理监控系统,相关电气系统,系统安装、调试、运行及维护等)。总体上来说,专业领域覆盖面广,专业知识涵盖范围广,体系清晰分明。

4. 特点突出

本书是根据编者多年的实际课堂教学、工程实践经验编写的,编排力求保持该类专业知识的系统性和完整性,而且符合专业教与学的特点。为便于不同层次的读者选择使用,每部

* 本书是天津市教育科学“十三五”规划课题“能源类专业‘中高本硕’系统化人才培养研究”(课题批准号:VEYP5040)与天津市津南区科技计划项目“可移动式光伏光热一体化系统的研究与开发”(课题编号:20161518)的研究成果。

分均配有详细的设计原理图、安装接线图,并辅以说明。

5. 案例经典

本书所提供的设计案例源于工程实践,便于工程技术人员参考,便于应用技术型本科学生的实践与操作,便于研究型本科学生的设计与仿真。其中的设计步骤、操作步骤通俗易懂,使读者易于理解。

本书由天津中德应用技术大学张链、陈子坚编写。其中张链老师负责编写前言及第1、5~11章;陈子坚老师负责编写第2~4章、附录和参考文献部分。

由于作者的水平及条件所限,加之时间仓促,难免有错漏不当之处,诚望读者批评指正!

作 者

2017年3月

目 录

前言	(i)
第 1 章 绪论	(1)
1.1 系统概况	(1)
1.2 系统说明	(1)
1.3 系统设计的任务分解	(1)
1.4 系统设计要求与技术参数要求	(2)
第 2 章 2 kW 单晶离网太阳能发电系统设计	(15)
2.1 单晶光伏组件阵列	(15)
2.2 光伏组件的发电原理	(18)
2.3 光伏组件的参数测量	(19)
2.4 光伏组件的最佳倾角及间距计算	(19)
2.5 汇流箱	(23)
2.6 蓄电池组	(24)
2.7 逆变器	(24)
2.8 系统控制柜	(26)
第 3 章 2 kW 多晶离网太阳能发电系统设计	(35)
3.1 多晶硅光伏板介绍	(35)
3.2 多晶离网发电系统组成	(55)
第 4 章 2 kW 薄膜离网太阳能发电系统设计	(56)
4.1 薄膜光伏板介绍	(56)
4.2 薄膜离网发电系统组成	(58)
4.3 系统控制柜	(59)
第 5 章 2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统设计	(66)
5.1 单晶硅光伏板介绍	(66)
5.2 单晶离网发电系统组成	(66)
5.3 系统控制柜	(67)
5.4 双轴跟踪系统	(74)
5.5 双轴跟踪系统控制器的设置与调试	(75)
5.6 双轴跟踪系统控制器的安装	(116)
5.7 双轴跟踪系统控制器的校正	(129)
第 6 章 2 kW 风力离网发电系统设计	(134)
6.1 风力发电机	(134)
6.2 系统控制柜	(143)

第7章 3 kW 屋顶薄膜太阳能并网发电系统设计	(150)
7.1 薄膜光伏组件	(150)
7.2 汇流箱	(151)
7.3 并网逆变器	(152)
7.4 系统控制柜	(155)
第8章 太阳能热水综合利用系统设计	(159)
8.1 太阳能集热器	(159)
8.2 地板采暖系统	(165)
8.3 控制系统设计、安装与调试	(166)
第9章 基于热回收技术的温湿度独立控制的建筑空调节能系统设计	(180)
9.1 系统设计概述	(180)
9.2 模拟研究	(186)
9.3 实验研究	(192)
9.4 本部分小结与进一步设计设想	(197)
第10章 总能量中央控制管理监控系统设计	(198)
10.1 2 kW 单晶离网太阳能发电系统上位机触摸屏设计	(198)
10.2 2 kW 风力离网发电系统上位机触摸屏设计	(202)
10.3 3 kW 屋顶薄膜太阳能并网发电系统上位机触摸屏设计	(205)
10.4 太阳能热水综合利用系统上位机触摸屏设计	(208)
10.5 中央监控系统监控网络设计	(210)
10.6 监控系统设计说明	(245)
第11章 多种能源融合的建筑节能系统安装、调试、运行及维护	(250)
11.1 系统电源与负载接线说明	(250)
11.2 系统中控室接线说明	(250)
11.3 屋顶智能小屋接线说明	(252)
11.4 2 kW 单晶离网太阳能发电系统	(252)
11.5 2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统	(256)
11.6 2 kW 风力离网发电系统	(260)
11.7 热水地暖温控系统	(263)
附录	(265)
附录1 单晶光伏板资料	(265)
附录2 多晶光伏板资料	(266)
附录3 薄膜光伏板资料	(267)
附录4 蓄电池资料	(271)
附录5 太阳能离网逆变器详细资料	(275)
附录6 触摸屏资料	(286)
附录7 垂直轴风力发电机组资料	(291)
附录8 测试仪器的材料及检测	(294)
参考文献	(297)

第 1 章 绪 论

1.1 系 统 概 况

多种能源融合的建筑节能系统的设计与应用是国家现阶段针对节能技术、能源管理、能源教学等构建现代能源体系的核心内容之一,同时也是实际能源工程、能源管理、能源类专业教学设备的综合体现。该系统能够使能源应用与管理更加科学化、多元化,提高能源利用水平,营造灵活能源应用及其管理氛围,进而提升整个建筑系统用能层次并使其更加智能化、绿色化、节约化。

本系统设计包括智能建筑屋顶改造与新能源设施新建设计、智能建筑屋顶薄膜太阳能并网发电系统设计、太阳能热利用系统与地热采暖系统相结合的设计,同时开发一套具备能源管理等智能化的中央监控系统,负责整个系统的协调运行与数据采集分析。本系统总装机容量为 13 kW 的新能源发电以及 1 吨的太阳能发热。

1.2 系 统 说 明

整个控制系统由 7 个子系统构成,同时 7 个子系统相互补充,再通过网络通信以及现场总线构成一个完整的中央监控系统。如图 1.1 所示。

其中,7 个子系统分别为:2 kW 单晶离网太阳能发电系统、2 kW 多晶离网太阳能发电系统、2 kW 薄膜离网太阳能发电系统、2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统、2 kW 风力离网发电系统、3 kW 屋顶薄膜太阳能并网发电系统和 1 t 太阳能热水综合利用系统。

本系统安装于某建筑物的顶层及屋顶,该建筑物共 5 层。总能量中央控制管理监控系统(系统中控室)、太阳能热水集热系统控制柜、太阳能热水水箱置于第五层;系统其余部分置于屋顶。

1.3 系统设计的任务分解

针对以上的系统说明,细化到具体的设计任务包括:

- (1) 智能建筑屋顶改造与地基基础建设的设计与水暖电 3 个不同系统的设计与开发;

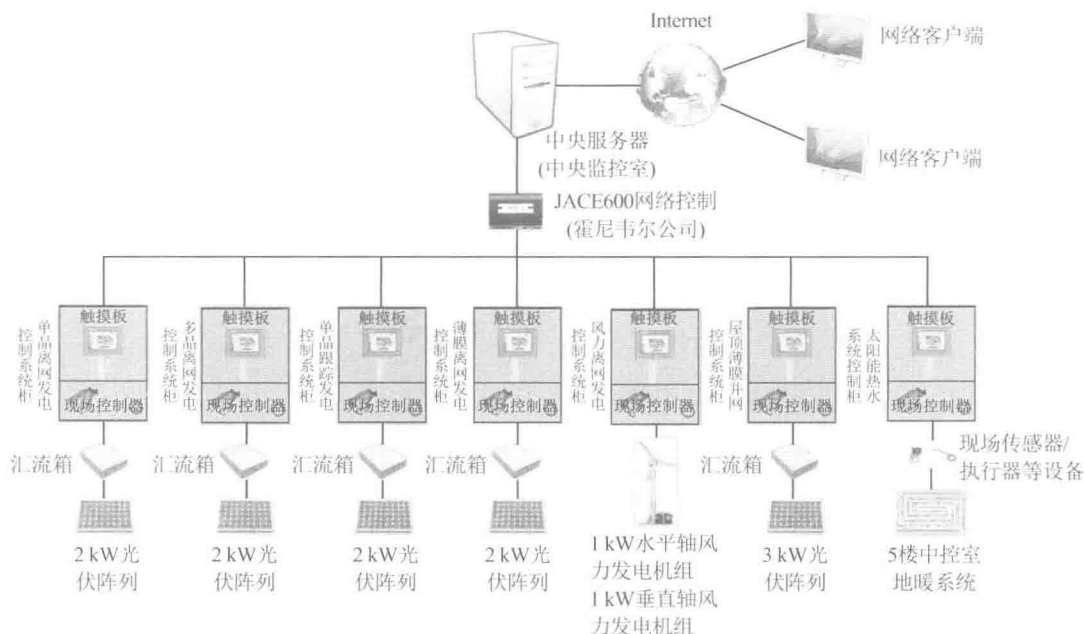


图 1.1 多种能源融合的建筑节能系统

- (2) 控制室内以及室外管道工程的设计与水暖电 3 个不同系统的设计与开发；
- (3) 智能建筑屋顶薄膜太阳能并网发电系统工程的设计与开发；
- (4) 多种能源融合的建筑节能系统的设计与设备选型；
- (5) 中央监控系统的详细设计与开发；
- (6) 现场监控模块的单片机的硬件设计与编程以及上位机人机操作界面的软件设计；
- (7) 集中监控系统的设备选型与软件编程；
- (8) 现场传感器、执行器的设计与选型以及弱电控制柜的设计与制造；
- (9) 系统设备安装与调试；
- (10) 设计资料整理与归档。

1.4 系统设计要求与技术参数要求

1.4.1 系统设计要求

系统及数量要求见表 1.1。

表 1.1 系统及数量要求一览表

序号	系统名称	数量
0	总称:多种能源融合的建筑节能系统	1 整套
1	2 kW 单晶离网太阳能发电系统	1 套
2	2 kW 多晶离网太阳能发电系统	1 套
3	2 kW 薄膜离网太阳能发电系统	1 套
4	2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统	1 套
5	2 kW 风力离网发电系统	1 套
6	3 kW 屋顶薄膜太阳能并网发电系统	1 套
7	太阳能热水综合利用系统	1 套
8	总能量中央控制管理监控系统	1 套
	合 计	8 套
	多种能源融合的建筑节能系统安装、调试、运行及维护	其他

1.4.2 系统技术参数要求

1.4.2.1 2 kW 单晶离网太阳能发电系统

系统构成:光伏阵列、最大功率点控制装置、配套蓄电池组、蓄电池充放电装置及交流负载。

技术参数要求:

- (1) 单晶光伏发电系统功率 2 kW;
- (2) 可测量光伏阵列伏安特性;
- (3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;
- (4) 可测量逆变器的主要电压电流参数,能对逆变器控制参数进行修改;
- (5) 可测量蓄电池充放电装置的电压电流参数,最好能对蓄电池充电控制参数进行修改;
- (6) 微电网子系统通过各种通信设备(Backnet、Modbus 等)可对各单元进行监控,并协调微电网运行,所有数据可以通过数据采集和通信接口输入给计算机,并可以通过局域网或者 Internet 进行远程访问;
- (7) 实验项目要求如表 1.2 所示。

技术性能要求:

- (1) 人身安全保护要求:系统提供电流型漏电保护、隔离变压器浮地保护和其他安全保护措施,保证系统安全。
- (2) 设备安全保护措施:提供完善的设备安全保护功能,使操作人员的误操作不会损坏设备。

表 1.2 2 kW 单晶离网太阳能发电系统发电实验项目表

编号	名 称
1	单晶太阳能光伏板能量转换实验
2	太阳能离网发电系统实验
3	太阳能蓄电池存储实验
4	太阳能控制器研究实验
5	离网逆变器研究实验
6	太阳能发电系统负载特性实验
7	监控运行设计实验

(3) 系统装置结构合理,布局清晰、美观,实验时操作方便。通过列表说明可完成实验项目(设计型、验证型、工程型、演示型实验分类)规定的试验步骤、实验方法、工况条件,所需调节、调制实现方法,将理论控制方法应用于系统。

(4) 数据采集通信单元:实时采集数据,RS485 隔离通信频率范围:9 kHz~3 GHz,频率分解功能:最小 1 Hz。

(5) 能源分析系统:光伏电池模块产生的能量通过功率调节器后直流电将转换为交流电。蓄电池的充电控制单元对电能进行转换,最大限度地降低这些转换中的损耗可以提升整个能源系统的效率。可以测量每个转换器之前和之后的电压、电流、功率和(交流)频率,以及转换器效率和充电效率。

(6) 设备配置清单如表 1.3 所示。

表 1.3 2 kW 单晶离网太阳能发电系统设备配置清单

项目	要 求	数量
2 kW 光伏阵列	单晶组件,峰值功率:250 W	8
汇流箱	品牌断路器,带避雷器,具有防腐功能	1
太阳能发电监控模块	蓄电池额定电压:48 V;光伏额定输入功率:2 kW	1
离网逆变器	额定输出容量:2 kVA;额定蓄电池电压:DC 48V	1
储能电池	铅酸电池 80 AH 共 4 组	1
太阳能支架	热镀锌	1
电缆线	4 m ² 太阳能专用线,耐腐蚀	1
触摸屏监控	① LCD 显示屏,RS485 和 RS232 通信; ② 显示光伏输入电压、电流,逆变输出电压、电流,环境温度、湿度、光照强度等信息; ③ 实时曲线显示	1
其他元件	多功能电表、各类传感器变送器	1
离网系统柜	标准配电专用柜	1

1.4.2.2 2 kW 多晶离网太阳能发电系统

系统构成:多晶光伏阵列、最大功率点控制装置、配套蓄电池组、蓄电池充放电装置及交流负载。

技术参数要求:

- (1) 多晶光伏发电系统功率 2 kW;
- (2) 可测量光伏阵列伏安特性;
- (3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;
- (4) 可测量逆变器的主要电压电流参数,能对逆变器控制参数进行修改;
- (5) 可测量蓄电池充放电装置的电压电流参数,最好能对蓄电池充电控制参数进行修改;
- (6) 微电网子系统通过各种通信设备(Backnet、Modbus 等)可对各单元进行监控,并协调微电网运行,所有数据可以通过数据采集和通信接口输入给计算机,并可以通过局域网或者 Internet 进行远程访问;
- (7) 实验项目要求如表 1.4 所示。

表 1.4 2 kW 多晶离网太阳能发电系统发电实验项目表

编号	名 称
1	多晶太阳能光伏板能量转换实验
2	太阳能离网发电系统实验
3	太阳能蓄电池存储实验
4	太阳能控制器研究实验
5	离网逆变器研究实验
6	太阳能发电系统负载特性实验
7	监控运行设计实验

技术性能要求:

- (1) 人身安全保护要求:系统提供电流型漏电保护、隔离变压器浮地保护和其他安全保护措施,保证系统安全。
- (2) 设备安全保护措施:提供完善的设备安全保护功能,使操作人员的误操作不会损坏设备。
- (3) 系统装置结构合理,布局清晰、美观,实验时操作方便。通过列表说明可完成实验项目(设计型、验证型、工程型、演示型实验分类)规定的试验步骤、实验方法、工况条件,所需调节、调制实现方法,将理论控制方法应用于系统。
- (4) 数据采集通信单元:实时采集数据,RS485 隔离通信频率范围:9 kHz~3 GHz,频率分解功能:最小 1 Hz。
- (5) 能源分析系统:光伏电池模块产生的能量通过功率调节器后直流电将转换为交流电。蓄电池的充电控制单元对电能进行转换,最大限度地降低这些转换中的损耗可以提升整个能源系统的效率。可以测量每个转换器之前和之后的电压、电流、功率和(交流)频率,

以及转换器效率和充电效率。

(6) 设备配置清单如表 1.5 所示。

表 1.5 2 kW 多晶离网太阳能发电系统设备配置清单

项目	要 求	数量
2 kW 光伏阵列	多晶组件,峰值功率:250 W	8
汇流箱	品牌断路器,带避雷器,具有防腐功能	1
太阳能发电监控模块	蓄电池额定电压:48 V;光伏额定输入功率:2 kW	1
离网逆变器	额定输出容量:2 kVA;额定蓄电池电压:DC48V	1
储能电池	铅酸电池 80 AH 共 4 组	1
太阳能支架	热镀锌	1
电缆线	4 m ² 太阳能专用线,耐腐蚀	1
触摸屏监控	① LCD 显示屏,RS485 和 RS232 通信; ② 显示光伏输入电压、电流,逆变输出电压、电流,环境温度、湿度、光照强度等信息; ③ 实时曲线显示	1
其他元件	多功能电表、各类传感器变送器	1
离网系统柜	标准配电专用柜	1

1.4.2.3 2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统

系统构成:光伏阵列、太阳能跟踪支架及控制装置、带最大功率点控制的逆变器、配套蓄电池组、蓄电池充放电控制装置及交流负载。

技术参数要求:

- (1) 单晶光伏发电系统功率 2 kW;500 W 每组共 4 组;
- (2) 可测量光伏阵列伏安特性;
- (3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;
- (4) 可测量逆变器的主要电压电流参数,能对逆变器控制参数进行修改;
- (5) 可测量蓄电池充放电装置的电压电流参数,最好能对蓄电池充电控制参数进行修改;
- (6) 微电网子系统通过各种通信设备(Backnet、Modbus 等)可对各单元进行监控,并协调微电网运行,所有数据可以通过数据采集和通信接口输入计算机,并可以通过局域网或者 Internet 进行远程访问;
- (7) 太阳能跟踪云台可自动、手动自由控制(提供跟踪控制源程序);
- (8) 实验项目要求如表 1.6 所示。

技术性能要求:

- (1) 人身安全保护要求:系统提供电流型漏电保护、隔离变压器浮地保护和其他安全保护措施,保证系统安全。
- (2) 设备安全保护措施:提供完善的设备安全保护功能,使操作人员的误操作不会损坏设备。

表 1.6 2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统发电实验项目表

编号	名 称
1	单晶太阳能光伏板能量转换实验
2	太阳能离网发电系统实验
3	太阳能蓄电池存储实验
4	太阳能控制器研究实验
5	离网逆变器研究实验
6	太阳能发电系统负载特性实验
7	监控运行设计实验
8	太阳能跟踪实验

(3) 系统装置结构合理,布局清晰、美观,实验时操作方便。通过列表说明可完成实验项目(设计型、验证型、工程型、演示型实验分类)规定的试验步骤、实验方法、工况条件,所需调节、调制实现方法,将理论控制方法应用于系统。

(4) 数据采集通信单元:实时采集数据,RS485 隔离通信频率范围:9 kHz~3 GHz,频率分解功能:最小 1 Hz。

(5) 能源分析系统:光伏电池模块产生的能量通过功率调节器后直流电将转换为交流电。蓄电池的充电控制单元对电能进行转换,最大限度地降低这些转换中的损耗可以提升整个能源系统的效率。可以测量每个转换器之前和之后的电压、电流、功率和(交流)频率,以及转换器效率和充电效率。

(6) 设备配置清单如表 1.7 所示。

表 1.7 2 kW 单晶离网太阳能追日发电系统设备配置清单

项目	要 求	数量
2 kW 光伏阵列	单晶组件,峰值功率:250 W	8
汇流箱	品牌断路器,带避雷器,具有防腐功能	1
太阳能发电监控模块	蓄电池额定电压:48 V;光伏额定输入功率:2 kW	1
离网逆变器	额定输出容量:2 kVA;额定蓄电池电压:DC48V	1
储能电池	铅酸电池 80AH 共 4 组	1
太阳能支架	热镀锌	1
电缆线	4 m ² 太阳能专用线,耐腐蚀	1
触摸屏监控	① LCD 显示屏,RS485 和 RS232 通信; ② 显示光伏输入电压、电流,逆变输出电压、电流,环境温度、湿度、光照强度等信息; ③ 实时曲线显示	1
其他元件	多功能电表、各类传感器变送器	1
离网系统柜	标准配电专用柜	1
太阳能跟踪系统	太阳能跟踪运行功能:智能双轴全自动跟踪、手动跟踪、遥控跟踪;系统抗风极限:150 km/h; 跟踪范围:水平旋转角度:360°,俯仰有效度:90°,单片机控制跟踪精度:±0.5°	1

1.4.2.4 2 kW 薄膜离网太阳能发电系统

系统构成:薄膜光伏阵列、带最大功率点控制的逆变器、配套蓄电池组、蓄电池充放电控制装置及交流负载。

技术参数要求:

- (1) 薄膜光伏发电系统功率 2 kW;
- (2) 可测量光伏阵列伏安特性;
- (3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;
- (4) 可测量逆变器的主要电压电流参数,能对逆变器控制参数进行修改;
- (5) 可测量蓄电池充放电装置的电压电流参数,最好能对蓄电池充电控制参数进行修改;
- (6) 微电网子系统通过各种通信设备(Backnet、Modbus 等)可对各单元进行监控,并协调微电网运行,所有数据可以通过数据采集和通信接口输入计算机,并可以通过局域网或者 Internet 进行远程访问;
- (7) 实验项目要求如表 1.8 所示。

表 1.8 2 kW 薄膜离网太阳能发电系统太阳能发电实验项目表

编号	名 称
1	薄膜太阳能光伏板能量转换实验
2	太阳能离网发电系统实验
3	太阳能蓄电池存储实验
4	太阳能控制器研究实验
5	离网逆变器研究实验
6	太阳能发电系统负载特性实验
7	监控运行设计实验

技术性能要求:

(1) 人身安全保护要求:系统提供电流型漏电保护、隔离变压器浮地保护和其他安全保护措施,保证系统安全。

(2) 设备安全保护措施:提供完善的设备安全保护功能,使操作人员的误操作不会损坏设备。

(3) 系统装置结构合理,布局清晰、美观,实验时操作方便。通过列表说明可完成实验项目(设计型、验证型、工程型、演示型实验分类)规定的试验步骤、实验方法、工况条件,所需调节、调制实现方法,将理论控制方法应用于系统。

(4) 数据采集通信单元:实时采集数据,RS485 隔离通信频率范围:9 kHz~3 GHz,频率分解功能:最小 1 Hz。

(5) 能源分析系统:光伏电池模块产生的能量通过功率调节器后直流电将转换为交流电。蓄电池的充电控制单元对电能进行转换,最大限度地降低这些转换中的损耗可以提升整个能源系统的效率。可以测量每个转换器之前和之后的电压、电流、功率和(交流)频率,

以及转换器效率和充电效率。

(6) 设备配置清单如表 1.9 所示。

表 1.9 2 kW 薄膜离网太阳能发电系统设备配置清单

项目	要 求	数量
2 kW 光伏阵列	薄膜组件,峰值功率:100 W	20
汇流箱	品牌断路器,带避雷器,具有防腐功能	1
太阳能发电监控模块	蓄电池额定电压:48 V;光伏额定输入功率:2 kW	1
离网逆变器	额定输出容量:2 kVA;额定蓄电池电压:DC48V	1
储能电池	铅酸电池 80 AH 共 4 组	1
太阳能支架	热镀锌	1
电缆线	4 m ² 太阳能专用线,耐腐蚀	1
触摸屏监控	① LCD 显示屏,RS485 和 RS232 通信; ② 显示光伏输入电压、电流,逆变输出电压、电流,环境温度、湿度、光照强度等信息; ③ 实时曲线显示	1
其他元件	多功能电表、各类传感器变送器	1
离网系统柜	标准配电专用柜	1

1.4.2.5 2 kW 风力离网发电系统

系统构成:风力发电机、带最大功率点控制的逆变器、配套蓄电池组、蓄电池充放电控制装置及交流负载。

技术参数要求:

(1) 垂直轴风力发电功率 1 kW,水平轴风力发电功率 1 kW,可以实现倾倒放置。

(2) 可实现风力发电机参数的测试、风电电力系统参数测试、风能参数测试等,包括风力发电机电类参数、效率等性能指标、负载特性曲线、控制参数、转速、转矩、振动、输出电源品质等。

(3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;

(4) 可测量逆变器的主要电压电流参数,能对逆变器控制参数进行修改;

(5) 可测量蓄电池充放电装置电压电流参数,最好能对蓄电池充电控制参数进行修改;

(6) 微电网子系统通过各种通信设备(Backnet、Modbus 等)可对各单元进行监控,并协调微电网运行,所有数据可以通过数据采集和通信接口输入计算机,并可以通过局域网或者 Internet 进行远程访问;

(7) 实验项目要求如表 1.10 所示。

技术性能要求:

(1) 人身安全保护要求:系统提供电流型漏电保护、隔离变压器浮地保护和其他安全保护措施,保证系统安全。

(2) 设备安全保护措施:提供完善的设备安全保护功能,使操作人员的误操作不会损坏设备。

表 1.10 2 kW 风力离网发电系统发电实验项目表

编号	名 称
1	风力发电能量转换实验
2	风力离网发电系统实验
3	风力蓄电池存储实验
4	风力控制器研究实验
5	离网逆变器研究实验
6	风力发电系统负载特性实验
7	监控运行设计实验

(3) 系统装置结构合理,布局清晰、美观,实验时操作方便。通过列表说明可完成实验项目(设计型、验证型、工程型、演示型实验分类)规定的试验步骤、实验方法、工况条件,所需调节、调制实现方法,将理论控制方法应用于系统。

(4) 数据采集通信单元:实时采集数据,RS485 隔离通信频率范围:9 kHz~3 GHz,频率分解功能:最小 1 Hz。

(5) 设备配置清单如表 1.11 所示。

表 1.11 2 kW 风力离网发电系统设备配置清单

项目	要 求	数量
水平轴风力发电机	功率:1 kW	1
垂直轴风力发电机	功率:1 kW	1
控制模块	蓄电池额定电压:48 V;风力额定输入功率:2 kW	1
离网逆变器	额定输出容量:2 kVA;额定蓄电池电压:DC48V	1
储能电池	铅酸电池 80 AH 共 4 组	1
风机支架	可实现倾倒放置	1
电缆线	4 m ² 专用线,耐腐蚀	1
触摸屏监控	① LCD 显示屏,RS485 和 RS232 通信; ② 显示光伏输入电压、电流,逆变输出电压、电流,环境温度、湿度、光照强度等信息; ③ 实时曲线显示	1
其他元件	多功能电表、各类传感器变送器	1
离网系统柜	标准配电专用柜	1

1.4.2.6 3 kW 屋顶薄膜太阳能并网发电系统

系统构成:3 kW 薄膜太阳能组件、并网逆变器、房屋支架、交流负载。

技术参数要求:

- (1) 薄膜太阳能组件系统功率 3 kW;
- (2) 可测量光伏阵列伏安特性;
- (3) 可测量最大功率点控制装置的电压电流参数,最好能对最大功率点控制的参数进行修改;