

Photovoltaic
Design & Installation

达人速 DUMMIES[®]

太阳能光伏发电系统设计及安装

从本书可以学到：

- 光伏系统的设计安装知识
- 获取安装许可、调试和检测的过程
- 电工学基本概念
- “绿领”工作的技巧

◎ [美] 瑞安·梅菲尔德 (Ryan Mayfield) 著

◎ 刘长滔 许晓艳 译

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



*Photovoltaic
Design & Installation*

FOR

DUMMIES

达人速

太阳能 光伏发电系统 设计及安装

◎ [美] 瑞安·梅菲尔德 (Ryan Mayfield) 著

◎ 刘长温 许晓艳 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

太阳能光伏发电系统设计与安装 / (美) 梅菲尔德
(Mayfield, R.) 著 ; 刘长浥, 许晓艳译. — 北京 : 人
民邮电出版社, 2012.9

(达人迷)

ISBN 978-7-115-27851-7

I. ①太… II. ①梅… ②刘… ③许… III. ①太阳能
发电—系统工程 IV. ①TM615

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第091834号

达人迷

太阳能光伏发电系统设计与安装

-
- ◆ 著 [美]瑞安·梅菲尔德 (Ryan Mayfield)
 - 译 刘长浥 许晓艳
 - 策划编辑 韦毅
 - 责任编辑 王朝辉
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 19
字数: 405千字 2012年9月第1版
印数: 1-4000册 2012年9月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2011-7485号

ISBN 978-7-115-27851-7

定价: 58.00元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

版权声明

Original English language edition Copyright©2010 by Wiley Publishing, Inc.. All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form. This translation published by arrangement with Wiley Publishing, Inc.

英文原著版权归 Wiley Publishing, Inc.所有 2010。未经许可不得以任何形式全部或部分复制作品。本中文版是经过与 Wiley Publishing, Inc.协商而出版。

商标声明

Wiley, the Wiley Publishing Logo, For Dummies, the Dummies Man and related trade dress are trademarks or registered trademarks of John Wiley and Sons, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries. Used under license. **NFPA 70[®], National Electrical Code[®], and NEC[®]** are registered trademarks of the National Fire Protection Association, Quincy, MA. All other trademarks are the property of their respective owners. Wiley Publishing, Inc., is not associated with any product or vendor mentioned in this book.

Wiley、Wiley Publishing 徽标、For Dummies、the Dummies Man 以及相关的商业特殊标志均为 John Wiley and Sons, Inc. 及/或其子公司在美国和/或其他国家的商标或注册商标。经许可方能使用。NFPA 70[®], *National Electrical Code[®]* 和 *NEC[®]* 是美国国家消防协会（总部坐落于美国马萨诸塞州昆西）的注册商标。其他所有的商标都是个人财产，版权归所有者或企业。Wiley Publishing, Inc. 与书中提到的任何生产企业以及发行公司没有任何关联。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2011-7485 号

作者简介

瑞安·梅菲尔德 (Ryan Mayfield) 在就读于美国加利福尼亚州 Arcata 的 Humboldt 州立大学的一所学院后不久就发现了自己对可再生能源的酷爱。在攻读环境资源工程学位的同时，他的教授和该大学校园的适用技术中心向瑞安提供了令人激动的参与太阳能相关工作的机会。这种对太阳能产业的求知及参与的渴望在瑞安继续他的研究时更加强烈。

在参加太阳能国际 (Solar Energy International) 的学习过程中，瑞安参与了实际安装工作，那时他已经确切了解到自己未来希望做哪种工作。在事业生涯的早期，他的工作是一名安装人员，为可再生能源零售商提供技术支持，后来又跳槽到可再生能源批发经销商处任工程经理。正是在经销商处工作期间，瑞安的光伏 (PV) 系统知识水平以指数增长。在此期间，他从头到尾阅读了每一期能得到的《Home Power》(家庭电力) 杂志。

目前瑞安和妻子及两个孩子一起生活在美国俄勒冈州 Corvallis。他现在是一名有执业资质的硕士课程培训教师，供职于俄勒冈州 Eugene 市 Lane 社区学院，教授 PV 设计安装课程。他还是得到合格能源从业者北美理事会 (NABCEP, North American Board of Certified Energy Practitioner) 资质的 PV 安装人员。瑞安是屈指可数的拥有双重资质的人。他在俄勒冈州拥有可再生能源技工协会 (Limited Renewable Energy Technician) 的营业执照，并担任该协会的培训委员会主席，帮助培养俄勒冈州下一代有执业许可的 PV 安装人员。

瑞安目前担任可再生能源协会的主席。该协会是一个向土建工程公司提供设计、技术支持及培训服务的咨询公司。他教授的课程使他走遍美国，与各种各样的人共事，提高他们的 PV 系统知识。

反复考虑之后，瑞安又担任了《SolarPro》(太阳能发烧友) 杂志的光伏系统技术编辑，并定期为《SolarPro》及《Home Power》两个杂志的专题供稿。他偶尔还会回到太阳能国际教授课程。正是这个单位最早向他提供了接触 PV 设备的机会并让他获得了第一次实际安装的经验。

题献

我想把本书献给我的孩子 Aidan 和 Lauren，希望我的工作能使他们的世界变得更美好，使他们也有机会做出自己的贡献；也献给我的爱妻 Amy，她是我的铁杆粉丝和后盾；献给我的父母和姐姐，是他们的教导使我有了今天；献给我所有的朋友和同事——你们对我本人的支持和对太阳能产业的贡献非常宝贵，感谢你们每一个人。

致谢

我为那么多人走进了我的生活感到庆幸。从专业角度来说，我特别感谢以下各位：Bob Maynard 为我打开了很多大门，使我事业有成；Joe Schwarz 的著作远在我们相遇并开始合作之前就对我产生了巨大影响；David Brearley 是一位真正的朋友，对我提出的任何问题总是给予满意的回答——无论是太阳能方面还是其他方面；Roger Ebbage 给我机会发现了自己对教学的喜爱；Paul Farley 总是让我保持警觉，提醒我玩得开心；还有 Eric Maciel 使我有机会开始了 PV 产业生涯。

多年来太多太多的人对我产生了影响并给我以引导和帮助。没有他们的帮助、教训和引导，我可能仍然漫无目标。他们是：John Berdner、Bill Brooks、Justine Sanchez、Tobin Booth、Kirpal Khalsa、Christopher Dymond、Christopher Freitas、Jon Miller、Jsun Mills、John Wiles、Carol Weis、Wes Kennedy、Jason Sharpe 和 Glenn Harris——这里只提到了其中的少数人。

感谢那些太阳能的先驱者，他们给很多人提供了可能。他们中的一些人我从未谋面，但我仍想表达我的谢意：Richard Perez、Bob-O Schultze、Windy Dankoff、Allan Sindelar、Michael Welch 和 Johnny Weiss。

感谢太阳能国际、《Home Power》和《SolarPro》的全体员工。你们向那么多人做的传播推广工作总是令我惊奇不已。

Wiley 出版社负责本书的编辑 Mike Baker、Erin Calligan 和 Jen Tebbe 帮助我把想法变成了现实。我应该特别感谢 Georgette Beatty 让我坚持完成了任务，没有她的投入和远见，我不可能写完这本书。感谢 Wiley 出版社所有的幕后工作人员，特别是编辑部的人们。感谢 Alex Jarvis 详细的技术审查，感谢精美图片组把想法变为艺术作品。

从个人角度来看，我的大家庭、朋友和其中的主角都值得我表示感谢：我的祖母 Eva 的教导直到今天仍然对我有指导作用；外婆 Joan 给予我一如既往的支持；Matt Minkoff 帮助我发现了自我；感谢 Beth Baugh 为我们做的一切；我希望有机会与 Jim Meyer 和 Luke Nersesian 分享我的成果；感谢 Jennifer Fisher 一贯的独特远见；感谢 John Panzak 这位世界上最了不起的老师；感谢 Jeff Lebowski，这是你的名字，伙计；还要感谢俄勒冈州的海狸棒球队和密尔沃基的酿酒人队，它们使我扎根在这里，生活充满了乐趣。

以上我提到了很多在事业和生活中给予我支持和帮助的人，这本书的完成，有很多是他们的功劳。但书中如果有错误和疏漏，那都是我疏忽所致，我为这些错误致歉。

译者前言



书是美国人瑞安·梅菲尔德（Ryan Mayfield）撰写的一本论述家庭用和小型商用光伏系统设计及安装的专著。全书分5篇共20章，这5篇之间既有联系，又可以单独成章，分别适用于不同读者群。关于各篇内容的介绍可参阅本书前言中“本书结构”部分，这里不再赘述。

本书的目的是让读者直接进入光伏产业环境，并具有独立安装合格光伏系统所需的知识。本书包含了理解光伏发电系统运行所必需的基础知识，包括电气、机械、数学等方面的信息。全书侧重于阐发基本概念，通俗易懂，不要求读者具备机械、电力工程的预备知识，突出展现了“傻瓜书”的特色。它的突出特点是密切结合实际的实用性和可操作性，而且行文风趣幽默（译者也尽量在译文中体现作者的这一风格）。

本书不是学院式的学术著作，而是一本与常见的同类著作风格迥异、为基础培训特别是对那些缺乏专业基础知识的技术工人进行技术培训而编写的教材。读者可以通过本书系统地学到切合现场实际的光伏系统设计及安装知识。

“傻瓜书”的作者决不能是傻瓜。他必须具备深厚扎实的理论基础和高超的叙述技巧，这样才能使行文深入浅出，使之适于理论基础薄弱的读者阅读。本书作者还有另一方面的独特优势，即他具备丰富的现场实践经验和教学经验。这使他在本书内容的论述上真正做到理论结合实际，这也是本书的重要特色。关于本书作者的详细情况，可参阅“作者简介”部分。

我国的家庭用及小型商用光伏系统还远没有达到普及程度，还有广泛的发展空间，所以本书对我国从事这方面工作的人员有重要参考价值。

本书可作为光伏系统设计安装技工的培训教材（既可用于课堂培训，也可用于现场培训参考）或光伏发电入门教材。因此，它最适用的人群是学习光伏系统设计安装的学员和他们的教学人员，本书也适于光伏发电系统的设计、建设和运行人员和对光伏系统有兴趣的普通工程师、专业技术人员及无专业背景的读者群阅读。

对于我国读者来说，本书的最大缺点是它的背景是完全美国化的：使用的度量单位是英制的，引用的标准是美国的，引用的资源也是美国的。这肯定会对我国读者产生不便，并在一定程度上影响它在我国的适用性。但它密切结合实际的实用性和可操作性可以在一定程度上弥补这些缺点。为方便我国读者阅读，我们把书中出现的所有英制单位都做了说明和标注，并把它们转换为我国通用的公制单位。

本书的两名译者都是中国电力科学研究院的科研人员，具有太阳能光伏发电方面

的一定知识。两人的具体分工是：刘长浥译第 1、2、4、5 篇，许晓艳译第 3 篇，刘长浥通校全书。但惭愧的是我们并没有家庭用和小型商用光伏系统设计安装的现场实践经验；此外，限于我们的专业水平，在本书翻译中可能有不够准确甚至错误的地方，还请读者不吝指教。

译者

2012 年 6 月

前言



太阳能是最容易获得的可用的可再生能源之一，它可以满足人们的某些具体需求。它来自阳光，而阳光可以用光伏组件发出电力，完成有实用价值的工作，如运行电气负荷或把电能送入公用电网。

进入 21 世纪以来，全球范围的太阳能组件和光伏系统的需求迅猛增长。使用光伏技术的场合不再只局限于美国国家航空与航天局（NASA, National Aeronautics and Space Administration）的航天飞机和偏僻林地中的小屋。如今，光伏系统已经使很多人受益。由于这种全球性需求以及人们越来越可以买得到和用得起，光伏产业从小作坊逐渐变成了全球性的超大型产业。

作为研究可再生能源的教师、可再生能源的拥护者和使用者，我最大的希望是看到太阳能产业成功、可持续地发展——这两点都需要那些在“电缆沟里”，或更准确地说是在“屋顶上”工作的人有持续高水平的表现。光伏系统的设计安装人员的任务是为客户提供寿命超过 20 年的优质系统。如果恪守我在本书中给出的信息、忠告和提示，你就可以在正确方向上圆满完成这一任务。（当然，世上没有完美的能源。要想做一名优秀的光伏设计安装人员，你还需要了解光伏系统的局限性，这也是我在本书中要帮助你了解这些局限性的原因。）

1. 关于本书

随着光伏产业的扩张以及吸引越来越多人的关注，光伏系统的有关信息量也迅速膨胀并吸引了人们的注意力。本书是这一一直膨胀信息的新成员，但它的不同之处是能提供实用的可以亲身实践的细节。我写本书的意图是双重的：让你能直接进入光伏产业环境中，让你具有（在某种程度上）独立安装合格光伏系统所需的知识。我会用自己的实践经验和怀着希望看到每个房顶都装有设计良好、安装正确的光伏系统的愿望来给你提供帮助。

我的方法是以容易理解的方式分段向你提供在履行光伏系统设计和安装职责时的有关信息。（我并不期望你从头到尾阅读本书，但如果你这样做当然更好。）

2. 本书使用的约定

尽管本书标题使用了“photovoltaic”一词^①，但业内的多数人在日常并不使用它。我们常用的叫法是“PV”——它更简洁，也不那么绕口。

^① 译者注：原书标题是“Photovoltaic Design & Installation for Dummies”。PV 是 Photovoltaic 的简写，中文的意思是“光伏”。

在本书中，你会看到“PV array”（PV 方阵）和“PV system”（PV 系统）的叫法。前一个术语指组成 PV 方阵的 PV 组件的集合，后一术语指 PV 方阵加上使它能运行及使用的全部配套部件（开关、逆变器及蓄电池等）。

此外，本书使用的全部参考时间都基于太阳时（在第 4 章说明）。太阳正午指每天日出和日落正中间的时间。这时太阳位于当天的天空最高点。经度、在一年中所处的时间以及是否使用夏令时都会影响你所用时钟与太阳时的关系。

最后（当然不限于此），以下约定可以帮助你理顺我灌输给你的这些新概念。

- ✓ 列出的关键词（或重点语句）和用具体命令表示、要求遵守的操作步骤用黑体字表示。
- ✓ 网站地址加下划线表示。（注意，本书在排版时，网站地址不得不在换行时中断，但中间没有标点符号，所以你只需键入看到的字符，就像没有换行一样。）

3. 可以不读的部分

关于 PV 技术、PV 政策及安装技术有很多有趣的说明，我也可以很方便地用本书的篇幅把它们讲述出来，但那样就可能离本书主题太远了。我觉得我把握了关键内容，把你最需要的重要信息告诉你，但有些故事和知识实在太有趣，让我忍不住把它们也拿出来和大家分享。这些故事和知识放在灰色阴影的方框（工具条）中及用“这是技术支持”图标标出的段落中。如果你把它们跳过去不读是完全可以的，不要感到愧疚，你并没有漏掉 PV 系统设计人员和安装人员必须了解的信息。

4. “傻瓜”假定

只要你选择看这本书，就证明了我的第一项假定，即你确实愿意对 PV 系统有进一步了解。我对你还做了一些其他假定，下面这些假定是为让你的阅读生动有趣。

- ✓ 你是准备在你的职业生涯中把 PV 设计安装包括在内的诸多人群中的一页；你可能已经是建筑行业的专业人员，也可能被培训班录取，希望获得 PV 行业的初级职位。
- ✓ 你可能是希望对 PV 系统有进一步了解的房屋业主，想安装 PV 系统，希望在参与 PV 设计安装人员的工作时尽可能具备这方面的知识。
- ✓ 你对具有技术挑战性的工程感兴趣，你相信优秀的设计、安装不是一蹴而就的。所以你要做些准备，首先获取一些知识。

5. 本书结构

《太阳能光伏发电系统设计及安装》一书分为5篇。每一篇都可以是独立的，也可以与其他篇结合起来阅读。如果其中一篇（或该篇的某一章）让你更感兴趣，那么你可以先从这一篇开始阅读。

第1篇：光伏系统基础知识

做好准备，去了解本篇介绍的光伏（PV）系统设计安装的基本知识。本章介绍你很可能要进行的PV系统工作的主要部件。如果你需要复读电气基本原理课程（或它的简介），则本篇正好合适。这一篇还介绍了太阳和地球之间的具体关系，以及这种关系对PV安装位置的影响。

第2篇：光伏系统的整体细节

你希望了解的PV系统主要部件的知识都在第2篇。如果想了解PV组件的工作原理及蓄电池的酸液怎么发电，你可以仔细阅读这一篇。这一篇还包括PV系统其他主要部件的基本功能：充电控制器、逆变器和连线。因为安全总是第一位的，所以我也向你介绍基本的安全装置（如熔断器和断路器）。

第3篇 光伏系统容量设计

本篇介绍PV系统容量设计的各种方法（算出需要多少PV组件），它们是与电网直连的还是基于蓄电池的，以及必要的连线和安全装置。定容指可以接通或切断PV系统的容量。如果定容及系统所有部件选择合理，则该系统很可能会迅速通过检查，你也会给客户留下一个安全高效的捕捉、使用太阳能的系统。然而，如果在准备工作及设计时犯下了重大失误，那么在系统安装完成后再去纠正这些错误就会非常困难（有时还很危险）。

第4篇 光伏系统安装

第4篇介绍实际安装过程，以及安装前后要做的工作。本篇首先从PV系统安装申请及审批过程开始。接着介绍在进行系统安装时需要牢记的安全注意事项。（PV安装现场对每个现场工作人员都存在多种危险，避免这些危险的措施要一并考虑。）然后，我把安装过程分解为机械和电气部分，并说明在建设部门进行强制检测之前，准备系统调试（通电）及让组件运行时需要遵守的过程。最后介绍PV系统的正确维护方法。

第5篇 十诫

十诫篇是为快速易读而设计的简要信息，说明PV系统安装时常见的频发错误，可以使你避免类似问题；另外还有些小提示，使你设计安装的PV系统保持良好的工作状态。

6. 本书使用的图标

贯穿全书，我使用以下图标来提醒你注意有趣的、重要的，有时甚至是明显的关键信息。



虽然我乐于看到你记住本书的全部内容，但我知道这是不可能的。所以我用这个图标标出所有希望你记住的概念。



我会时不时提供给你有趣但并非必要的信息。我保证让它们尽量（相对）短小，并用这个图标标出。



这个小箭靶提醒你注意可以让你的工作轻松一些的信息。



不要让别人愚弄你。光伏（PV）系统确实是有危险的。这个图标提醒你这是需要特别注意和小心的情况。

7. 从哪里开始

拿不定主意从哪里开始读吗？如果是我，我会直接跳到第6章；在那里可以直接了解PV组件的内容——那是PV系统最有趣的部分（以我愚见）。如果你宁愿采用像我的孩子们一样的方法——就是确定你认为最好的部分，把我的忠告弃之脑后——就去看目录。你可以看一遍所有章节，看哪些内容最吸引你。

在你从本书中读到需要的知识后，我强烈建议你设法把这些知识付诸实践。有不少可以提供操作培训和体验的单位，要想让你的双手与设备直接接触，向有相关知识并乐于帮助你掌握PV系统知识的人学习，参加这些课程的培训是最好的途径。然后，如果你拥有相关手段，可以在自家房顶安装一个PV系统。这样做可以使你亲身完整体验安装PV系统的具体细节（这样还可以使你在较小压力下安装你的第一台装置，因为这时没有客户或监工在你身后看着你）。

只要你浏览了本书，你就已经进入了一个激动人心和快速进步的技术和产业。不管你在阅读本书的哪一部分，你都在参与一项你想象中最充满活力、最激动人心的产业。

目 录

作者简介	
题献	
致谢	
译者前言	
前言	i
1. 关于本书	i
2. 本书使用的约定	i
3. 可以不读的部分	ii
4. “傻瓜”假定	ii
5. 本书结构	iii
6. 本书使用的图标	iv
7. 从哪里开始	iv
第1篇 光伏系统概述	1
第1章 光伏革命	3
1.1 PV装置的过去、现在和未来	3
1.1.1 PV的典型用途	4
1.1.2 PV的长处和短处	4
1.1.3 PV的未来展望	4
1.2 PV部件和系统	5
1.3 电气知识ABC	5
1.4 太阳能资源初阶	6
1.5 勘察PV系统现场	6
1.6 探究PV系统细节	6
1.6.1 PV组件	7
1.6.2 蓄电池	7
1.6.3 充电控制器	7
1.6.4 逆变器	7
1.6.5 连线和安全装置	8
1.7 PV系统定容	8
1.7.1 直接联网系统	8
1.7.2 带蓄电池系统	8
1.7.3 导线及安全装置	9
1.8 让PV系统活起来	9
1.8.1 获得许可	9
1.8.2 保证安全	9
1.8.3 组装机械部件	10
1.8.4 加装电气部件	10
1.8.5 系统调试、检测和维护	10
1.9 需要了解的法规章节	11
第2章 常用部件及系统	12
2.1 组成PV系统的部件简介	12
2.1.1 PV组件和支架	13
2.1.2 蓄电池组	13
2.1.3 充电控制器	14
2.1.4 逆变器	14
2.1.5 负荷	15
2.1.6 负荷中心	15
2.1.7 隔离开关和过电流保护	16
2.1.8 与公用电网互连	17
2.2 区分不同类型的PV系统	18
2.2.1 直接联网系统	18

2.2.2 蓄电池系统	20	第4章 太阳能资源知识初阶... 43	
2.3 针对不同情况正确配置系统	22	4.1 太阳辐射	43
2.3.1 联网用户	22	4.1.1 区分直接辐射和漫射辐射 ...	43
2.3.2 离网用户	23	4.1.2 确定太阳辐射强度： 辐照度	45
第3章 电工学基础知识	25	4.1.3 计算太阳辐射能量： 辐照值	47
3.1 电流	25	4.1.4 只是一天：峰值日照小时 ...	48
3.1.1 了解安培	26	4.2 太阳路径对地球的影响	51
3.1.2 区分直流和交流	26	4.2.1 季节影响简述	51
3.1.3 用表计测量电流	27	4.2.2 太阳与你所在位置的关系： 高度和方位	53
3.2 电压：愿你拥有电动力	30	4.2.3 标记太阳时	54
3.2.1 电压的基本概念	30	4.2.4 太阳图说明	55
3.2.2 掌握标称电压和运行 电压的概念	30	4.2.5 打开太阳窗口	56
3.2.3 测量电压	31	4.3 使 PV 组件方位能充分利用 太阳能资源	57
3.3 电阻：阻碍流动	33	4.3.1 倾斜角	57
3.3.1 介绍欧姆	33	4.3.2 确定方阵方位	59
3.3.2 测量电阻	33	第5章 PV 系统正确选址	61
3.4 用欧姆定律把电流、电压与 电阻联系起来	35	5.1 搭建现场勘察的平台	61
3.5 注意区分功率和能量	35	5.1.1 留出足够时间	61
3.5.1 功率与能量的区别	36	5.1.2 创建现场勘察的标准表格 ...	62
3.5.2 用功率公式把功率与电流、 电压和电阻关联起来	36	5.1.3 现场勘察包	63
3.5.3 计算用瓦时表示的电量	38	5.2 照下来：用数码照片记录整个 现场勘察	64
3.5.4 瓦时的伙伴安时	38	5.3 现场勘察期间收集基本信息	65
3.6 把电流、电压、电阻、功率和电量 合到一起	39	5.3.1 现场的一般信息	65
3.7 另一个电工概念：电路接线	40	5.3.2 结构和机械信息	66
3.7.1 串联	40	5.3.3 电气信息	67
3.7.2 并联	41	5.4 用度数测量的信息	68
3.7.3 串并联	42	5.4.1 了解磁偏角	68

5.4.2 计算方阵的倾斜角和方位角	70	6.5.2 不同辐照度下的 <i>IV</i> 曲线.....	95
5.5 阴影分析工具.....	72	第 7 章 蓄电池基本知识.....	97
5.6 数据的解释和综合	74	7.1 蓄电池结构及运行的基本知识...98	
5.6.1 分析阴影分析工具的报告 ... 74		7.1.1 构建蓄电池, 从单格到蓄电池组	98
5.6.2 太阳能总资源因数	75	7.1.2 蓄电池充放电	99
5.6.3 使用收集来的其他信息规划设计安装	76	7.2 不同类型蓄电池的比较	101
第 2 篇 光伏系统的内部细节... 79		7.2.1 铅酸蓄电池	101
第 6 章 光伏组件: 从沙子到电... 81		7.2.2 铅钙蓄电池	103
6.1 太阳能发电: 一切从电池开始...81		7.2.3 镍镉蓄电池	104
6.1.1 太阳电池的结构和制造方法	82	7.3 蓄电池容量	104
6.1.2 太阳电池结构与光伏效应的关系	83	7.3.1 容量的 <i>C</i> 速度.....	104
6.2 常见 PV 组件	84	7.3.2 影响容量的因素	105
6.2.1 晶硅组件	84	7.4 确定蓄电池技术参数.....	107
6.2.2 薄膜组件	86	7.4.1 确定使用的蓄电池类型 ...	107
6.3 PV 组件的电气规范	87	7.4.2 确定蓄电池组的规格	108
6.3.1 电流参数	87	第 8 章 让电流和电压处于监控下: 充电控制器.....	112
6.3.2 电压参数	88	8.1 充电控制器要点	112
6.3.3 最大功率点	90	8.1.1 充电控制器的分段工作原理	113
6.3.4 电压温度系数	90	8.1.2 某些充电控制器的特殊作用	115
6.3.5 功率公差	91	8.2 最大功率点跟踪技术.....	116
6.3.6 串联熔断器的额定值	91	8.2.1 MPPT 充电控制器工作原理	116
6.4 PV 组件的试验条件	91	8.2.2 MPPT 充电控制器的优缺点	117
6.4.1 标准试验条件	91	8.3 脉宽调制技术.....	118
6.4.2 环境对标准试验条件的影响	92	8.3.1 PWM 充电控制器工作原理	118
6.5 用 <i>IV</i> 曲线表示电流与电压的关系	94		
6.5.1 不同温度下的 <i>IV</i> 曲线.....	95		

8.3.2 PWM 充电控制器的 优缺点	118	10.4 隔离开关	138
8.4 确定充电控制器技术参数	119	10.5 过电流保护装置	139
第 9 章 逆变器：从直流到交流 ... 120		10.5.1 断路器	139
9.1 直接联网逆变器	120	10.5.2 熔断器	140
9.1.1 基本运行	121	10.6 接地故障保护	140
9.1.2 标准特性	121	10.7 有关标识的基础知识	141
9.1.3 输出功率容量	123	第 3 篇 光伏系统容量设计 ... 143	
9.1.4 变压器的重要性	124	第 11 章 直接联网光伏系统 定容设计	145
9.2 蓄电池逆变器	125	11.1 首要问题：评估预算和方阵 可用空间	145
9.2.1 与电网交互逆变器的运行 ...	126	11.2 评估场地年发电量	146
9.2.2 独立逆变器的运行	127	11.3 设计满足客户用电量需求的 光伏方阵容量	147
9.2.3 所有蓄电池逆变器的 标准特性	127	11.3.1 确定年用电量	148
9.2.4 蓄电池逆变器的容量 ...	128	11.3.2 考虑电网期权合同	148
9.2.5 低频变压器技术	128	11.3.3 使用消费和合约期权以 选择方阵需要的容量	149
9.3 确定逆变器参数	129	11.4 为方阵配备逆变器	149
9.3.1 直接联网逆变器	129	11.5 光伏方阵和逆变器容量匹配 ...	150
9.3.2 蓄电池逆变器	130	11.6 找出光伏方阵和逆变器合适的 电压与电流值	152
第 10 章 保证安全：连线及 安全部件	132	11.6.1 确定逆变器交流电压	152
10.1 PV 系统的电路	132	11.6.2 确定逆变器直流 电压窗口	153
10.2 导线类型	133	11.6.3 计算组件最大直流 电压贡献	153
10.2.1 USE-2	134	11.6.4 计算组件的最低直流 电压贡献	158
10.2.2 PV 连线	134	11.7 汇总所有因素：整合功率和 电压信息	162
10.2.3 建筑物连线	135	11.8 最后校核：逆变器最大 输入电流	162
10.2.4 蓄电池连线	135		
10.2.5 接地连线	136		
10.3 导管种类	136		
10.3.1 金属导管	137		
10.3.2 非金属导管	137		