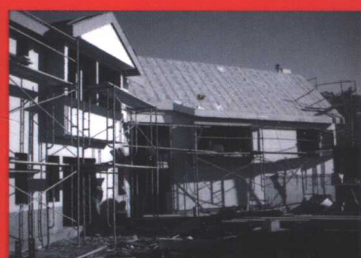
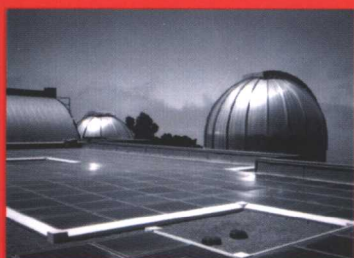
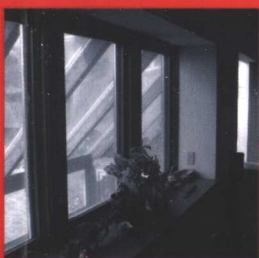




国外建筑与城市设计译丛

太阳房

太阳能建筑设计手册



Solar House: A Guide for the Solar Designer

(英) Terry Galloway 著

林涛 赵秀玲 译

夏海山 审校



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TU241.91/6

2008

国外建筑与城市设计译丛

太阳房

太阳能建筑设计手册

(英) Terry Galloway 著
林 涛 赵秀玲 译
夏海山 审校

机械工业出版社

本书以新颖的理念和独特的视角阐述了目前通用的太阳能技术。书中详细介绍了从太阳房项目的具体设计到房屋和设备维护的全过程,为太阳房的设计、规划和建造提供了全面的指导;讨论了太阳房设计、运行、维护和经济性等方面的技术及实践,并对空间加热和冷却技术、生活热水技术以及光伏发电技术等进行了评判。本书为设计师和建筑师开展最佳实践和确定评估要点提供了依据。

The first edition of Solar House by Terry R Galloway is published by arrangement with ELSEVIER LTD. , The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, U. K.

All rights reserved.

ISBN: 0750658312

本书中文简体字版由 ELSEVIER 公司授权机械工业出版社在中国独家翻译及出版发行。

版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记号:图字:01-2006-3876

图书在版编目(CIP)数据

太阳房 太阳能建筑设计手册/(英)盖尔威(Galloway, T.)著;林涛,赵秀玲译. —北京:机械工业出版社,2007.10

(国外建筑与城市设计译丛)

ISBN 978-7-111-22526-3

I. 太... II. ①盖... ②林... ③赵... III. 太阳能住宅—建筑设计—技术手册 IV. TU241.91-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第156195号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:赵荣 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:张静 责任印制:洪汉军

中国农业出版社印刷厂印刷

2008年1月第1版第1次印刷

169mm×230mm·6印张·1插页·212千字

标准书号:ISBN 978-7-111-22526-3

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

序

旧金山湾地区的10月常常是温暖的，并且在10月末，通常有几天风向会转为西风，给这块滨海地区带来来自加利福尼亚著名的中部谷地的热空气。这种风被称作圣安娜风。当地的人们不知为何把这种天气称为“地震天气”，其实这是火险天气。1991年10月21日的早晨，当我离开位于奥克兰山的家开车去上班时，我注意到温和的微风从不同于往常的方向吹来，但我没有想到东海湾的景观及其数千人的生活即将遭受一种突如其来的剧变[○]。

那时我还不认识特里·加洛韦，但两天后我知道了他所居住的街道名称——斯特兰德街。奥克兰大火灾中的多数死亡事故发生在特里所住的街区——这段14ft宽，弯曲且坡度很大的公路上。事故发生前奥克兰政府不愿加宽这段路，这使得特里和他的邻居们多年来一直很恼火。但那又是另外一回事了……

或许如果没有奥克兰山大火灾，特里·加洛韦永远也不会走进我的办公室。但我认为我们各自为自己标定的生活轨迹使我们的会面不可避免。特里早年致力于可再生能源的研究和开发，在促进氢燃料电池发展、提倡利用医学废品或养殖场粪便而不是石油来制造氢气方面，特里是一位先锋人物。他还广泛地研究了太阳能系统并且是一位积极的倡导者。至于我，自从1974年毕业于加利福尼亚大学伯克利分校的机械工程专业后，一直在为促进太阳能成为地球上主要的、长期有效的能源而努力。因此，当火灾后一个月特里给我演示太阳光转化为电能的时候，我立即意识到我碰到了志趣相投的人。特里请我帮助他设计和建造一座完全使用太阳能的住宅，主动式和被动式太阳能设计手段都予以采用。从特里知道他要做什么那一天起，他的想法从未动摇：他要把他的房子变成一个“居住实验室”，他想在他自己的太阳能实验住宅中生活。他为这项实验做出了极大的贡献以至在这所房子生活的第一年中他全年都没有使用备用采暖系统——因为他想确定被动式太阳能系统的基线性能！

特里常常探索开发最新的边缘技术。我们一起探讨了数十个系统的优劣，研究辐射地面采暖（当时在该地区并不常见）、太阳能热水采暖、游泳池加热和空间采暖、光伏发电（当时在该地区同样不常见）和备用的地源

○ 指奥克兰大火灾。——译者

热泵系统（当时在该地区甚至没有听说过）。奥克兰山的夏季常常很热，但是特里想尽量不使用空调，所以我们构想了一个夜间制冷方案，就是利用厚重的混凝土地下室层在夜晚储存“冷量”，并把它与通风系统相连接，在白天的时候把冷空气送到各个房间。特里知道这将是一座绝热良好、密闭良好的住宅，因此我们研究了热回收通风系统，既能供给新鲜空气，又不会损失有用的热量。为了保证房屋的密闭性，我们研究了新的“SIPs”（结构绝热板），一种压制而成的建筑构件，内部为10in厚的聚苯乙烯，外部覆以OSB板。特里希望这是一座“聪明的”住宅，通过一个触摸屏控制界面就能运行所有的系统，并能监测和获取数据，当然那个时候还没有这种技术，我们不得不自己开发。我们实现了所有的系统，甚至更多。大多数我们当时尝试的新概念现在已经成为主流，这让我感到自豪，要知道这距离我们最初开始建造这座房子已经有11年之久了。

最重要的是特里和我一样对未知的事物毫不畏惧。作为先行者和发明者，我们对自身的能力充满信心。如果我们有一个构想并觉得可行，我们就愿意去尝试。当然我比特里更容易做到这一点。毕竟，他才是掏钱的人。每当我听到或是想到一个有价值的新点子，就很难保持缄默，因为我所要做的就是将点子提出来，而特里就会说：“很棒，我们来研究一下吧！”而我还会离开去做其他的研究项目，此间也并不为我们这个正在进行中的住宅项目担心。

在该项目的建设过程中，随着冬季来临，雨水增多，工期延长，预算节节攀高。另外，奥克兰市要我们进一步加强对侵蚀的控制（这本不在预算之内），我们的结构工程师为这座面积2200ft²的住宅设计了价值12万美元的基础系统，特里亲自承担了所有计算机控制技术和家庭多机系统连接的艰巨任务，面对以上这些以及更多的困难，特里始终精神饱满、乐观通达，欣然面对并机智沉着地去解决一个又一个难题。特里身上有着常人没有的特质，兼具远见卓识与实践精神，敢于冒险而又细致谨慎，深思熟虑而又当机立断，而最重要的是：他为人友善，富于爱心。他对本书的精心构思和深入思考毫不亚于他对住宅项目的投入。他写的这本书资料详实、内容丰富，但又浅显流畅，引人入胜，恰如特里本人。总之，我期待在将来随着特里对其可持续设计的推进，能够听到更多有关这个项目的进展情况。

加里·葛伯 (Gary Gerber, P. E.)

伯克利，加利福尼亚

前言

促使我对太阳能产生兴趣的动因可以追溯到 1972 ~ 1973 年，当时美国遭受了严重的能源危机，而 1987 年爆发的新一轮能源危机又使得情况更加恶化。

1971 年前后，我建了一个游泳池，先是自己亲手一铲一锹地挖坑，之后由承包人 Sunkist Pools 进行了抹浆和装修工作。最初安装的游泳池太阳能集热器由塑料制成，价格便宜，购买方便，主要材料为黑色聚丙烯塑料。我找到了早期制造这类集热器的开发商——位于加州门罗帕克 (Menlo Park) 的 FAFCO 公司，并邀请他们进行讨论。之后，我与公司的创始人弗里曼·A. 福特先生进行了会谈，签订了一份秘密协议，并参观了他早期的制造工厂。由此我获得了极大的动力并成为了太阳能的忠实拥护者。

此后，我在自家房屋的屋顶上安装了 8 个 FAFCO 太阳能集热器用于游泳池的加热，其中一个所标识的序号是门罗帕克同类产品中最早的一批。在加热游泳池的过程中这些集热器表现出了良好的性能，于是我关闭了煤气加热器（这是市政法规中的规定）。我撰写了多篇论文，对 FAFCO 的集热器及其性能进行了探讨，并建议以新颖的方式运用这种新技术。在集热器的使用中，需要做少量的维护工作，如清扫落在上面的树叶、对树枝砸出的孔洞进行修补、更换生锈和漏水的接头等。这些集热器一直用于加热游泳池，直到 1991 年我的住宅被伯克利大火烧毁，同时被烧毁的还有约 3000 户住宅。我从 FAFCO 公司获悉我家的太阳能集热器是最早生产的一批集热器中使用时间最长的。

1991 年十月大火之后，我有机会全面重建住宅，运用当时最新的太阳能技术建造我最初的太阳房。我的确是竭尽所能地利用了所有我能用到的最新的太阳能技术。而本书向读者展示的正是我的探索成果。

特里·加洛韦

目 录

序

前言

第1章 绪论	1
1.1 本书的使用对象	1
1.2 太阳能是全球可再生能源的重要组成部分	3
1.3 未来的能源	5
1.4 环境观	6
1.5 新建或翻修	7
1.6 设计过程举例	9
1.7 经济观	12
第2章 场地位置	15
2.1 太阳辐射	15
2.2 气候和微气候	17
2.3 采暖/制冷需求	19
2.4 光伏发电	31
第3章 蓄热体——通过太阳能和地源进行加热	33
3.1 蓄热体的数量和分布	33
3.2 热量的储存	34
3.3 二次辐射与在夜晚和多云天气下的放热	37
3.4 蓄热体——地源加热/冷却	38
3.5 被动式太阳能住宅——同时利用各种太阳能作用	41
第4章 附加阳光间被动式采暖	43
4.1 独立阳光间设计	43
4.2 固定类型——日光浴室	45
4.3 可控通风类型——阳光温室	47
4.4 蔬菜	48
4.5 从种子开始种植	52
第5章 生活热水	55
5.1 生活热水 (DHW) 使用模式	55



5.2	生活热水水箱储量	56
5.3	管道设备布置	58
5.4	保温	60
5.5	温度监测位置	62
5.6	控制	62
第6章	生活热水与游泳池加热相结合	67
6.1	协同关系	67
6.2	集热能力	68
6.3	游泳季节与泳池水温	70
6.4	智能控制	72
6.5	太阳能光伏发电驱动游泳池水泵和氯化器	73
第7章	空间采暖	75
7.1	季节性采暖需求	75
7.2	冬季太阳能集热器的热利用	76
7.3	建筑围护结构设计	78
7.4	辐射地板	79
7.5	生理舒适度	83
7.6	地热热泵和地下盘管的位置	83
7.7	热量分区控制	87
7.8	燃木壁炉辅助采暖	96
7.9	吊扇引导空气沿墙向上流动	97
7.10	空间环境	97
第8章	空间制冷	101
8.1	不推荐使用辐射制冷地面	101
8.2	夜间制冷策略	101
8.3	光电板电能驱动的阁楼风扇仅能解决部分问题	104
8.4	顶部风扇引导空气沿墙向下流动	105
8.5	地热热泵降温	105
8.6	地下盘管的热量瞬变/制冷能力	107
8.7	热量分区控制	107
第9章	光电电能	111
9.1	并网、净计量和分时计价	111
9.2	独立系统和电能储存	116
9.3	根据建筑用电负荷确定光电收集器面积	118

9.4	负荷转移	120
9.5	结合热水采暖的一体化光电板收集器	121
9.6	现有研究向更便宜高效的新一代光电收集器发展	126
第10章	年能耗	129
10.1	伯克利住宅	129
10.2	欧美比较	130
第11章	通过维护节约费用	133
11.1	预防性维护时间表	133
11.2	主要供应商	134
11.3	实践记录	134
第12章	回收经济学	137
12.1	州政府和联邦政府的鼓励政策	137
12.2	税收优惠	138
12.3	回收期分析	138
第13章	热性能监控	141
13.1	实时数据显示	141
13.2	存档数据	141
13.3	分析数据趋势	142
13.4	时间表	145
13.5	自适应控制	147
13.6	优化	148
13.7	与其他自动控制功能结合运作	150
第14章	太阳能的前景	155
14.1	未来发展	155
14.2	可再生能源在未来全球能源中的角色	162
14.3	风能/太阳能协同作用	163
14.4	以电解氢为能源的汽车	164
14.5	发电和采暖用的燃料电池	166
参考文献		168
相关网址		172
缩写词表		175
术语表		176
附图		179
译后记		183

» 1 绪 论

- 1.1 本书的使用对象
- 1.2 太阳能是全球可再生能源的重要组成部分
- 1.3 未来的能源
- 1.4 环境观
- 1.5 新建或翻修
- 1.6 设计过程举例
- 1.7 经济观

1.1 本书的使用对象

这是为满足太阳房设计者的需要而撰写的一本指导手册。其目的是要为设计者在太阳房设计中选择恰当的措施提供一种普遍的经验，不论是单独选择一种措施，还是将不同的措施进行组合，不论是为业主还是建筑师本人建造太阳房。

本章的各组成部分分别涉及了选择的各种可能性及其相关因素，这应该会对太阳房的设计者为其客户/业主制定方案有所帮助，其中强调了一些对于太阳房设计特别关键的一些重要指导原则。

在此过程中，为了推动太阳房设计者的工作，本书建议对更为广泛的可再生能源以及太阳能在其中所起的重要作用进行研究。许多发展中国家缺乏大量的基础设施，它们有可能越过难以解决的矿物燃料时代而跨入更为激动人心的新能源技术时代。我们也探讨了各种可再生能源在未来为了保护我们这个脆弱星球的全球环境健康及生态系统平衡所扮演的重要角色。

本书的探讨从建筑基址开始：怎样利用建筑基址才能最好地满足太阳房的功能要求，同时又能在一年中最大限度地利用直射阳光。这方面的考虑会随着建筑基址所在地的不同而产生很大差别。

什么是可再生能源？

- 建筑中的被动式太阳能热利用
- 太阳能光伏发电
- 太阳能热力站
- 太阳能过程热
- 化学太阳能
- 风能
- 生物质能，可持续增长
- 废物能源
- 抽水蓄能
- 地热能
- 海洋能

仔细考虑建筑基址的有利条件之后，就要研究太阳能方面的各项特征：

1. 被动式太阳能得热和冷却——基址与小气候，以及计算机模拟
2. 附加温室空间采暖
3. 夜间制冷
4. 利用蓄热体调节温度波动
5. 主动控制居住空间不同区域的强迫对流
6. 地板辐射采暖
7. 利用地源热泵进行制冷和采暖
8. 生活热水
9. 游泳池——作为热泵的太阳能辅助部分
10. 游泳池一年中有7个月的游泳期
11. 光伏收集器用于联网发电
12. 优化空间环境的计算机控制系统
13. 年度能耗
14. 前景



1.2 太阳能是全球可再生能源的重要组成部分

全球可再生能源项目

全球范围内, 节能方面的科学团体看来已经达成了共识, 即世界大国应该开始寻找途径使得最迟到 2020 年可再生能源应占到其国内能源的 20%。也许这一措施所带来的福祉要比人们所意识到的深远得多。首先, 它能在推进风能、太阳能、废物转化能以及利用燃料电池技术的同时, 将国家引上一条稳定可靠的能源自主的道路。其次, 它能产生多个分散的能源中心, 生成高质可靠、价格稳定的电能, 从而吸引电力需要得到保障的新产业。

上述构想将引领世界各国走上一条能源自主之路。从图 1-1 中可以看到可再生能源发展的上升趋势, 该图所传递的信号是这种趋势势必使对国外石油的普遍依赖呈现下降趋势。这样一来, 石油在世界能源中的比例就会下降 (德费斯, 2001)。这一趋势在 2010 年左右将会变得明朗, 有望解除各国目前所受的由石油输出国家组织操控原油价格的束缚。预计到 2020 年, 在美国和世界的能源构成中, 可再生能源可望占到 20% 的比

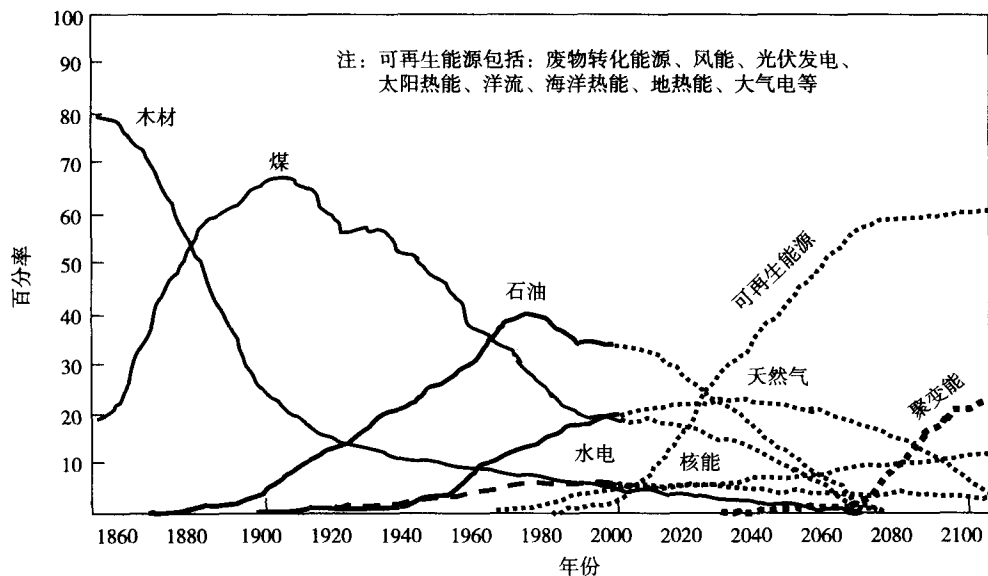


图 1-1 未来全球的能源消费

例。事实上，加利福尼亚已将该目标列入了法律，而在 2002 年时，可再生能源所占的比例已经达到了 16.5%，其中风能所占的比例最大。发展中国家也认可了 2020 年可再生能源达到 20% 的目标。

预计在未来 40 年间，天然气和核能将会缓慢增长，然后天然气所占比例将有所减少，同时希望一种新的清洁能源——聚变能会在 2030 年到 2070 年间加大发展规模，从而具备一定的商业竞争力，并开始加速提高在下世纪全球能源需求中所占的比例。

因此，“2020：20% 可再生能源”的计划将使世界和美国在能源自主方面稳步前进，这一计划可能在 2010 年前后开始实施。现在，可再生能源技术到底包括哪些方面？我们又如何达到 20% 的可再生能源？在世界上可再生能源主要是指利用抽蓄水力、风力、地热、市政固体垃圾、木材/生物质能、太阳热能、太阳光伏发电所产生的能源，以及仍在发展中的其他新能源。从 1999 年到 2000 年美国用于实际商业生产销售的可再生能源得到了增长，图 1-2 表明了各项技术的年增长率。这些数据点来源于

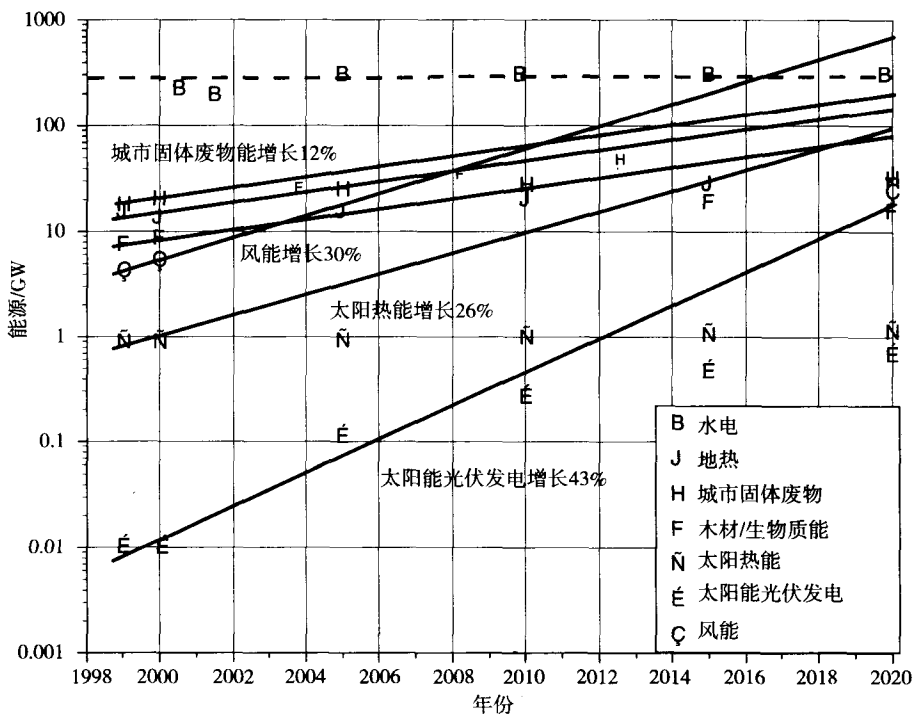


图 1-2 美国的可再生能源 [实线源自 Intellergy Corporation (Intellergy, 2001)，使用 1999~2001 实际达到的增长率]



美国能源部能源信息处 2000 年的预测, 这种预测是基于将来石油占主导地位的观点而作出的。

由图 1-2 我们可以知道市政固体垃圾产生的能源、木材/生物质能、地热能都以每年 12% 的速度增长。风能每年以 30% 的速率稳步增长, 太阳热能的增长率为 26%, 而屋顶和停车场的太阳能光伏发电, 增长率达到了 43%。从而这两种太阳能技术的发展和风能的发展几乎一样迅速。如果对能源增长率的预计都得以实现的话, 可再生能源在美国的能源总量中将有望达到 30%, 即 1000GW; 然而把目标定位 20% 即 667GW 更为合理。在这里水力发电没有被考虑, 因为在多大程度上水力发电可看作和抽水蓄能一样可再生还有着不同意见, 因此, 水力发电以虚线显示, 并且不计入可再生能源的总数中。

图 1-2 表明, 到 2020 年太阳能将有望占到可再生能源的 25% 左右, 而太阳能光伏发电将占到 2.3% 左右。在美国和世界范围内, 太阳能和风能将有望以 25% 左右的年增长率持续发展。实际上, 发展中国家的太阳能也可能得到相当大的增长。

包括太阳能在内的许多能源技术都能与燃料电池协同作用。燃料电池可以通过太阳能光伏电能给电解槽供电制得氢气来供应电能, 或是通过废物就地蒸汽转化产生的混合气体来供应电能。以氢气或富含氢气的混合气体驱动的燃料电池非常可靠, 高度标准化和系列化, 它们能提供高品质的能源, 以适应重要的工业如电子制造、生物工程等需求, 也能为科学研究及将来的私人住宅所用。

1.3 未来的能源

建造一所太阳能住宅的主要原因在于: 太阳能建筑设计师通过他们的工作可以使我们的未来能源更为可持续, 通过采用节能设计, 使用可再生能源, 以及向公众展示太阳能建筑实实在在的令人满意的好处, 从而有助于说服人们在住宅或商业建筑中考虑太阳能的应用。

从上一节我们清楚地知道, 自 1850 年煤炭的大量开采以来人类已经大大拓展了可供选择的能源范围, 但这些能源储量有限, 并且造成了严重的环境问题, 这一点大家都有所体会。即便如此, 未来我们的能源构成也必须明智地由不同种类组合而成, 这样我们才能让将来的能源安全和可靠, 这是毋庸置疑的。

在本书中, 我们将看到, 在我们共同的未来中, 通过在新的运输工

具以及我们生活和工作的新建筑中应用可再生能源技术，我们将进一步迈向可再生能源的目标，同时将我们脆弱的地球生态系统回复到其基本的自然稳定状态。

世界范围内可再生能源已经开始稳步地增长，我们都经历着这一全球性的趋势。在我们的能源构成组合中可再生能源所占的百分率已经开始明显地增加，我们必须改变原有的能源模式，每个人都应该为此出一份力。这一事实已经成为世界上不同国家的公民及其政府的共识。我们正逐步地、稳定地共同迈向可持续能源的目标，在其中太阳能扮演着非常重要的角色。

人类对太阳能的利用其实从史前时期就开始了，通过研究先民的栖息地就可以了解到，我们的祖先已经能够合理地利用阳光中所蕴含的太阳能。他们知道他们的居住场所应该朝向哪一方位，如何储存太阳能以及如何向栖所的其他居住空间传递太阳热能。然而不知何故，后来我们远离了史前时期和中世纪曾出现的发展太阳能的方法和趋势。我们为化石燃料的廉价易用所诱惑，这些化石燃料能方便地运输、储存和燃烧。它们很容易释放出大量的能源，以推动我们新的生活方式、工厂及商业的运转，造成我们对能源的极大依赖。在这种情况下能源供应中心出现了，但现在我们要发展分散的能源供应形式。

现在的太阳能技术相较于以前数量更多、性价比更高。太阳能技术不仅仅是厚重墙体或地板的被动式加热，以储存热量，到太阳落山以后再将热量释放出来。现在，太阳能利用还包括主动式技术，如光伏收集器，这种收集器能产生经济实惠的电能，用以驱动我们的电气设备，或供给当地社区的微型输电网络，还可用于制造储能燃料（比如氢、甲醇等）以实现“氢经济”的远景。（霍夫曼，2001；里夫金，2002）这是多么壮阔的景象呀！

本书将向太阳能设计者展示如何通过精心的组织来运用这些激动人心的技术，从被动式太阳能蓄热到主动式太阳能采暖、废物转化制氢、太阳能光伏发电、电解制氢、燃料电池以及氢的储存等。未来经济的发展将推动这些技术得到应用。

1.4 环境观

在我们这颗弥足珍贵的行星——地球上，生态系统是生物系统的一种复杂的平衡，这种平衡很容易因人们以破坏环境的方式对全球资源进



行过分地开采而遭到破坏。从土壤中对能源资源进行提取以及因热能的浪费而造成温室气体的排放,这两种原因所引发的环境问题,形成了人们的两大担忧。通过对太阳能的利用,消除低效率燃烧过程中所产生的温室气体如二氧化碳,最终将消除这两种担忧。

收集利用太阳能来为一所住宅提供电能和采暖,这种做法所面临的挑战在于要将屋顶面积的一部分用于收集器的安装,另外太阳能一天之中只有日出后的5~8h可供收集。现在新技术的发展将帮助我们克服这些挑战。在选择这些新技术时,我们必须明白,应用这些技术进行生产也意味着对地球上的其他资源的提取和利用。因此我们有责任作出好的选择,使其在制造过程中消耗的能源不超过其产生的能源。这就是“生命周期分析”。很多太阳能技术都拥有卓越的能量生命周期。在本书中我们将借助这一术语来帮助太阳能设计者作出正确的选择。

1.5 新建或翻修

在建造过程中太阳能设备的安装通常是很容易且划算的。在一幢新建筑中,在屋顶上安装支架以承托太阳能收集器,埋设大直径复合管以传输能量或埋设水管从屋顶往下穿过墙体进入太阳能设备用房,这是一道简单的工序。这个设备用房装有水泵和/或逆变器,水泵用于太阳能加热,逆变器能把光伏收集器输出的直流电转化为交流电以输入住宅电路。在新建筑中还有很多方法使这些收集器与屋顶结构完全结合为一体。太阳能光伏建筑[Building Integrated PV (BIPV)]是建筑师对未来新建筑的梦想。它需要很强的创造力,使太阳能收集器和建筑设计很好地结合,从而不影响建筑的外观。

然而,经过精心设计,加建一座阳光中庭、温室、门廊、天井或一间车库,都能提供机会以采用节省成本的太阳能技术,这种节省起初可能并不明显。例如,在南向的墙面上设置阳光中庭,可以被动地或借助一个小风扇,使得大量的热量进入绝热良好的房子。这些热量在需要的时候可引入房间,在不需要的时候可将其排出室外。另外,在阳光中庭中,装饰植物、蔬菜和水果一年四季都能舒适地生长。

住宅的加建能为封装管道和/或从屋顶下至太阳能设备用房的走线提供隐藏的通道。创新性的设计能使住宅中太阳能设备的安装变得惊人的简单和高效。因此预先的设计成为太阳能设计过程中一个非常重要和关

键的部分。推荐的步骤如图 1-3 所示。

图 1-3 描述的逻辑图表表明，一旦建筑的基地选定后，设计进程是一个反复的过程。当决定了住宅在基地中的位置，并进行旋转以获得最好的太阳能性能之后，要在建筑中选择不同的太阳能技术，运行计算机能源模拟，最终计算投资回报。每一个步骤之后，结果可能要返回上一步骤并作出某些调整。这种过程是反复的，要对每一种可能性进行尝试和探索。运用这种方法将产生多个设计方案，可以结合外观因素的考虑加以比较和讨论。

一旦深入发展方案中所提出的大量理念，就需要用到商用计算机模拟软件来进行系统设计，对不同的设计问题进行全面的探讨。这其中包括屋顶坡度和朝向、南向窗户的面积大小、绝热性能、蓄热体的设置、储水箱的尺寸、地源热泵、电热负荷转换等。用于此目的的两种非常有

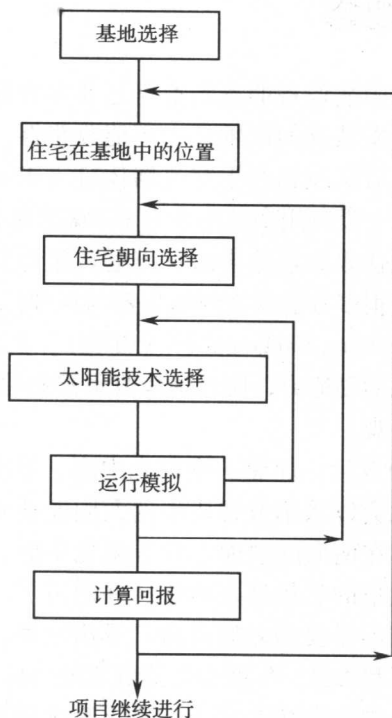


图 1-3 太阳能建筑的实施步骤