

CHASING SUNLIGHT
Researches on Illuminating Efficiency
of Solar Battery

追逐阳光

—— 太阳能电池采光效率的研究

陈惠远 著



电子科技大学出版社



陈惠远 1998年11月出生，上海市建平中学高二年级学生。她有主见——对“太阳能”情有独钟；她有毅力——不断探索改进。自2013年以来，她在学校和科学社老师的指导下，先后完成了平板追光、球体聚光、柔性变形等有关太阳能光电采集效率的系列创新课题研究和方案设计，在全国少科院和市区各级科技比赛中获得了多个奖项，并得到专家的肯定。

为将所学知识与社会实践相结合，2015年初，她参与了啄木鸟国际教育集团组织的肯尼亚国际甜水保护区太阳能光伏设备捐建项目和支教活动；后又独立发起了“远航计划”，通过微信公众平台推广清洁能源，专门募集资金为家乡SOS儿童村捐建了屋顶分布式光伏发电设备，并带领志愿者团队，指导SOS村儿童开展科创体验活动。

内容提要

本书根据光电转换原理，通过改变太阳能电池板的位置、形状，并辅以聚光和反射装置，持续优化太阳能电池板接收的光线量、频率和角度。在改进平板追光电池采光效率的基础上，创新性地提出了球体聚光、柔性变形的太阳能电池装置设计方案，较好地实现了提升效率、降低能耗的目标。

作者历时三年撰写了一系列创新论文，不仅基于平板追光、球体聚光、柔性变形等三种方式提出了多种设计方案，还对太阳能电池的效率、能耗进行了量化对比，并通过光学软件完成了仿真验证，申请了国家专利，现正持续开展实验数据采集和验证工作。随着新型柔性太阳能电池的批量生产，以及对生产工艺环保要求的提升，本创新课题的思路和设计方案，日益显示出重要的推广前景和应用价值。

CHASING SUNLIGHT
Researches on Illuminating Efficiency
of Solar Battery

追逐阳光

—— 太阳能电池采光效率的研究

陈惠远 著



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

追逐阳光:关于太阳能电池采光效率的研究 / 陈惠远著. —成都:电子科技大学出版社,2015.6

ISBN 978-7-5647-3063-5

I.①追… II.①陈… III.①太阳能电池—采光—效率—研究 IV.①TM914.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 139081 号

追逐阳光

——关于太阳能电池采光效率的研究

陈惠远 著

出版:电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦
邮编:610051)

策划编辑:谭炜麟

责任编辑:谭炜麟

主 页:www.uestcp.com.cn

电子邮箱:uestcp@uestep.com.cn

发 行:新华书店经销

印 刷:杭州下城教育印刷有限公司

成品尺寸:170mm×240mm 印张 8.5 字数 151 千字 插页 6

版 次:2015 年 7 月第一版

印 次:2015 年 7 月第一次印刷

书 号:ISBN 978-7-5647-3063-5

定 价:25.00 元

■ 版权所有 翻印必究 ■

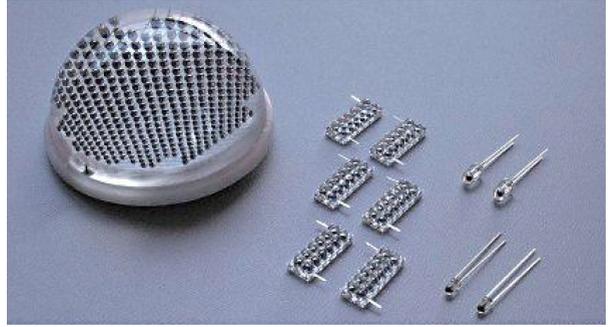
◆ 本社发行部电话:028-83202463;本社邮购电话:028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

太阳能电池的种类



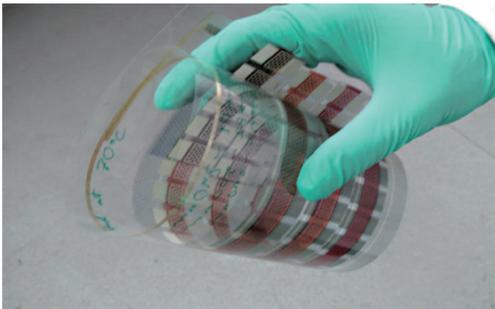
硅晶平板太阳能电池



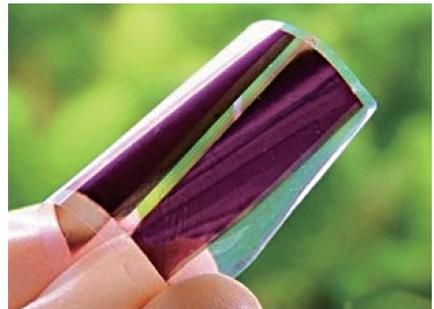
硅晶球体太阳能电池



内腔式球体太阳能电池

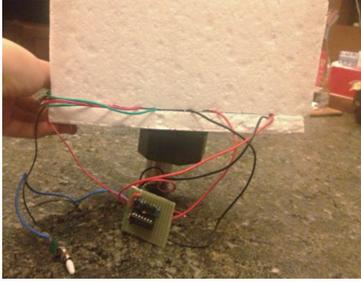


可3d打印的柔性太阳能电池板



聚合薄膜物太阳能电池

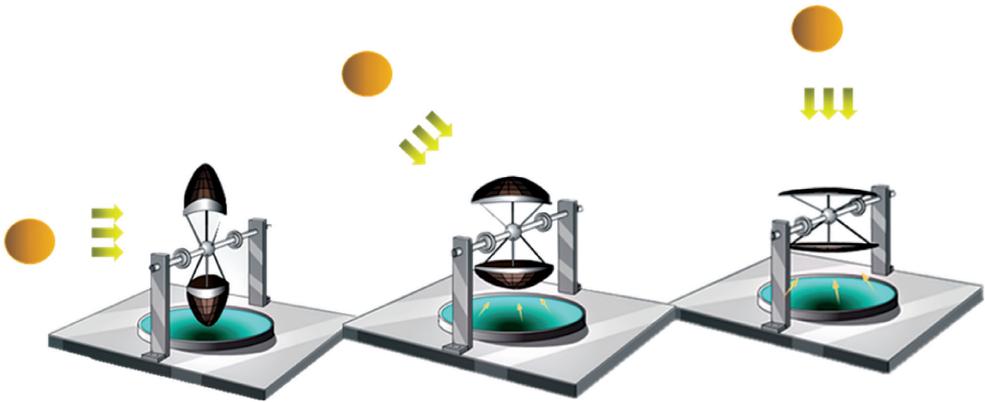
课题研究思路



平板追光方案



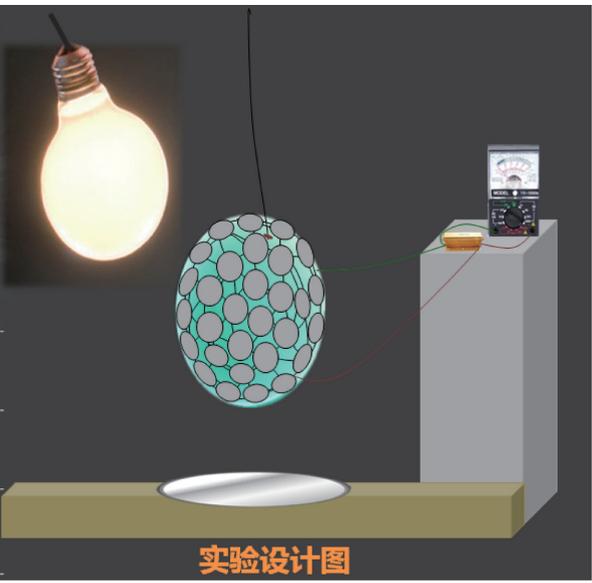
球体及聚光方案



柔性变形方案

实验器材一览表

	硅光电池	20个
	气球	1个
	大灯泡	1个
	万用表	1台
	电阻	1个
	反光板	1块



实验设计图

研究步骤



课题研究思路

作者照片



参加“明日科技之星”大赛



上图：参加设备厂家宣传推介会

左图：研究方案设计

太阳能薄膜产品引领农业设施材料新革命!

产品



背电极透光组件



不透光标准产品



柔性太阳能电池产品

应用



农用大棚



宅基地



畜牧

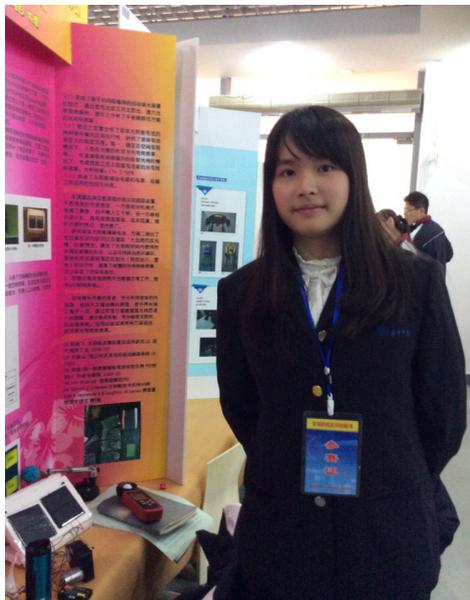


筹备太阳能设备捐建项目



上图：实验和检测

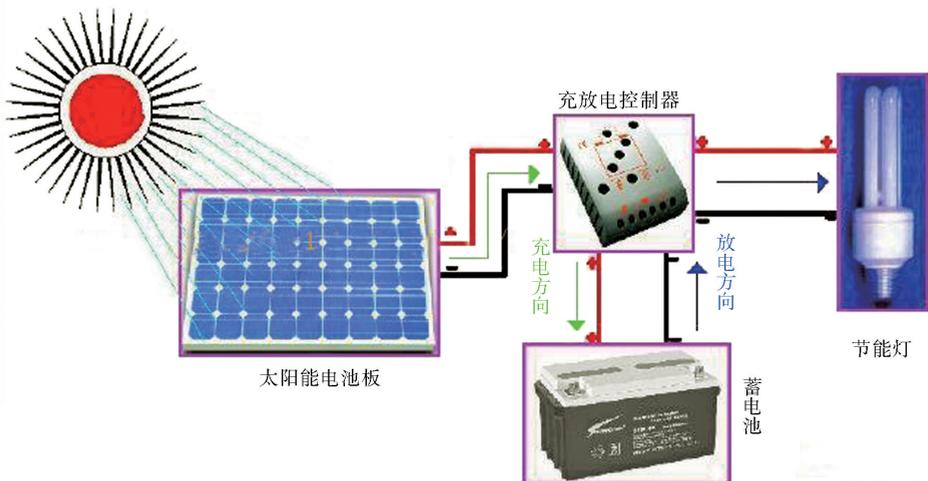
右图：参加科技创新大赛



太阳能设备运用实例



上图：大功率发电设施薄膜电池
右图：薄膜太阳能手机充电宝
下图：简单的太阳能存储装置





上图：露营帐篷提供能源的太阳能电池
左图：广泛运用的太阳能市政路灯
下图：便携式太阳能电源



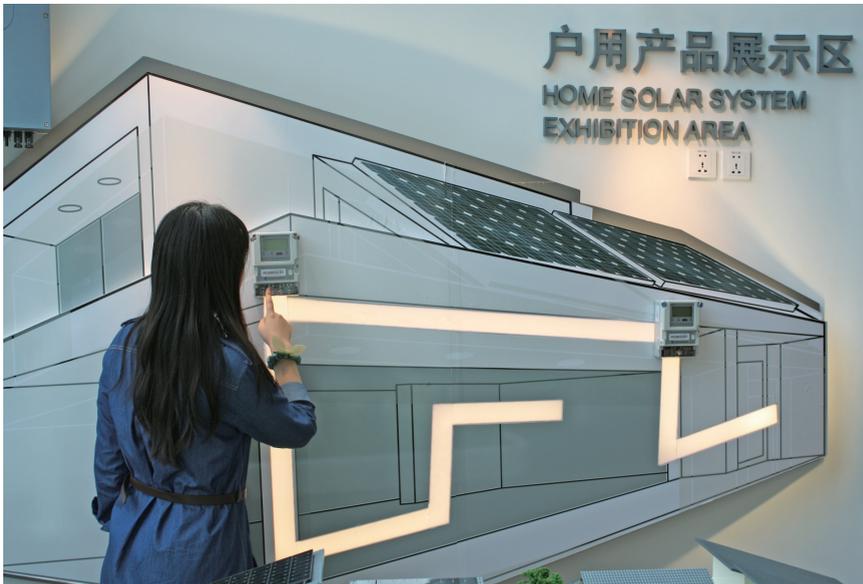


上图：太阳能玻璃幕墙



右图：冲锋衣上的太阳能电池

下图：户用太阳能微电网模型





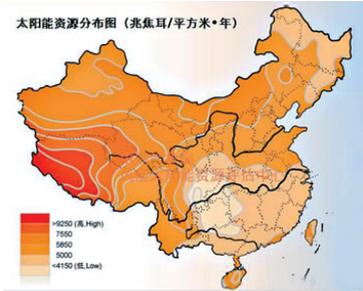
左图：太阳能挎包

上图：太阳能为野外露营提供能源

下图：远洋航海中太阳能的运用



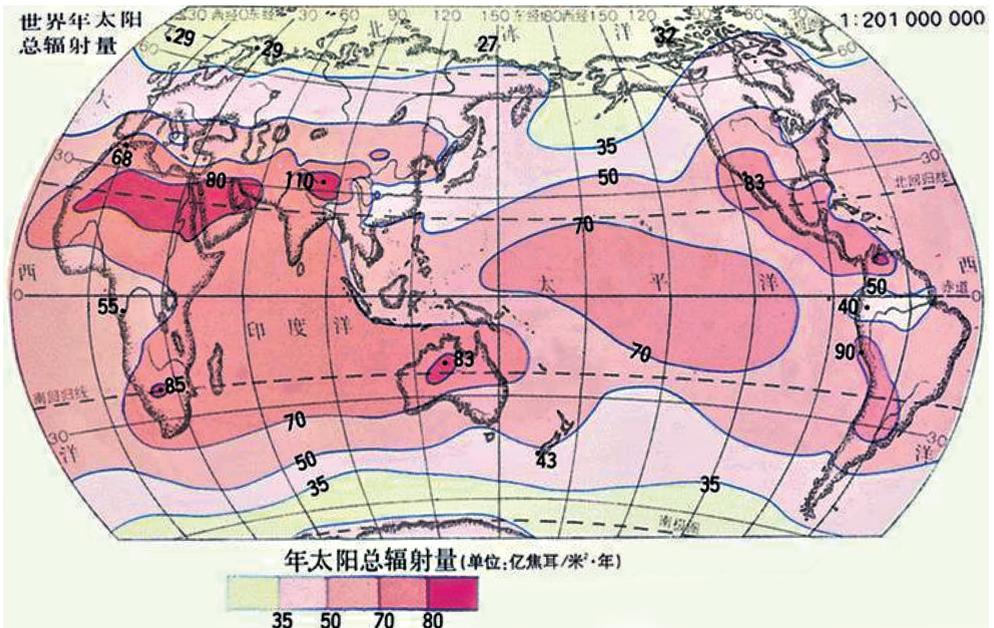
太阳能资源分布图



中国太阳能资源分布图



太阳能及其他资源储量使用年限制图



世界年太阳总辐射量分布图

作者自序

2013年8月,根据学校要求,我着手于创新课题。虽然学识尚浅,在向诸位师长请教之后,我还是毅然决定放弃学校资源与家长指导,选择一个自己认为更有价值、更具趣味、更富挑战的领域。

这个夏天,恰逢舅舅从加拿大回到上海,我本想舅舅会在我们家多住一阵子的,却因他一直咽喉发炎,不得不提前离开上海。在送舅舅去机场的路上,我一直在想这是怎么了?记忆中上海的天空是如画的蓝天白云,空气是清新的。曾何几时,淫浸北方的雾霾造访上海的次数越来越多了。如果我们的空气,最基础的生活环境都如此堪忧,让回归家乡的亲人不能适应,那我们还谈什么发展和进步呢?由此,我开始了深入思考和探究。

可是一切似乎不那么简单。一个社会就像一架运转的机器,或者更像一个生态系统,我们要呼吸,要吃饭、穿衣,也要出行工作。一边是日益增加的人口总量,一边是日益提升生活品质的需求,两者绝无直接叫停那么简单。那么什么是问题的源头所在呢?通过网络、书籍、与人讨论,我发现自然科学里讲到的“守恒”,哲学里面讲到的“辩证”,经济学里讲到的“供求平衡”,其实都是一个道理。如果我们需要很多,但资源有限,肯定会出问题,只是早晚的问题。如果要保持经济的增长、保证就业,不但无法压缩需求,还要想办法拉动需求,那么从新能源入手便是一个重要的解决方案。

太阳能是大自然赐予人类的珍宝。太阳能来自于它直径不到50万千米的核心部分。其核心的温度高达1500万度,压力极大,有2500亿个大气压。在这样高温、高压条件下,产生核聚变反应,每4个

氢原子核结合成一个氦原子核。在核聚变过程中,太阳要损耗一些质量而释放大量能量。使太阳发光的就是这种能量。太阳每秒钟由于核聚变而损耗的质量大约为 400 万吨,按照这样的消耗速度,太阳在 50 亿年的漫长时间内,只消耗了 0.03% 的质量。

尽管太阳辐射到地球大气层的能量仅为其总辐射能量的 22 亿分之一,但已高达 173 000TW,也就是说太阳每秒钟照射到地球上的能量就相当于 500 万吨煤,每秒照射到地球的能量则为 49 940 000 000 焦。地球上的风能、水能、海洋温差能、波浪能和生物质能都来源于太阳;即使是地球上的化石燃料(如煤、石油、天然气等)从根本上说也是远古以来贮存下来的太阳能,所以广义的太阳能所包括的范围非常大,狭义的太阳能则限于太阳辐射能的光热、光电和光化学的直接转换,它既是一次能源,又是可再生能源,既可免费使用,又无需运输,对环境无任何污染。太阳能为人类创造了一种新的生活形态,使社会及人类进入一个节约能源减少污染的时代。对于一个人口大国和资源相对匮乏的大国,要支撑经济高速的发展,太阳能无疑是一种非常丰富、安全、清洁的能源。但目前与火电、水电等传统发电设备比,太阳能发电设备和风能、核电等新型的发电设备一样在转化效率、稳定性、可靠性方面都存在瓶颈,再加之工业生产技术的污染性,太阳能的推广和运用有局限。而根据《2012 全球太阳能光伏产业发展报告》,中国的太阳能光伏装机量在 2011 年仅占世界 7.93%,因此,该能源具有广阔的发展前景。

结合自身知识积累,我选择太阳能光伏装置的利用效率作为研究的起点。非常幸运的是,我联系到了华东师范大学的光学博士方苏姐姐。在她的悉心指导下,我开始学习电子工程学和能源学的基础知识,初步掌握了太阳能电池的工作原理,认识太阳能的发展现状与前景,并借鉴向阳植物的原理,通过优化角度,提高太阳能光伏装置的利用效率,完成了课题选题及开题报告。经过两年的不断研究,我根据光电转换原理,围绕提升太阳能的利用效率,先后完成了从平板追光、球体聚光、柔性球体变形等三代 9 个版本的方案设计并完成相应的创新论文(课题清单详见附录)。从优化太阳能电池板接收的太阳光量、角度出

发,以改变电池的位置、形状为核心,提出了一系列的设计方案,持续提升太阳能装置的效率。相关设计方案和计算结果已通过光学软件的仿真验证和实验。随着新材料量化生产和环保要求的提升(传统电池的生产工艺对环境污染严重),太阳能光伏装置具有重要的推广前景和应用价值,其中,几个重要的版本包括:

1.2013年9月,完成了1.0版本——《探索型自动追光装置》。基于PID电路的自动控制装置,确保平板电池时刻正对太阳,以提高太阳能电池的有效利用率。

2013年12月,修改形成了1.1版本的课题论文,提高了论文的规范性和完整性;并制作第一代实物——基于仿向阳植物的平板式太阳能电池追光装置。

2014年4月,完成了1.2版本——《探索型太阳能自动追光装置》,增加了分解和优化自动控制装置,光电三极管、施密特触发反向器、H桥电路等内容,提升了追光装置的稳定性,减少能耗。

2014年10月,增加了通过菲涅尔透镜,进一步提高电池接收光线量,采光效率增强,同时增加了LED照明等应用层面内容,形成了论文的1.3版本。

这一阶段的主要收获,一是对于太阳能领域与其分支光伏发电完成了框架式的学习;二是认识到科技创新研究中,课题的选题和文献阅读等前期工作的重要性。

2.2014年11月,完成了2.0版本——《平板跟踪式与球体聚光式太阳能移动电源的设计与分析》。基于柔性材料的太阳能电池,提出了球体太阳能电池装置的设计方案,并将平板跟踪式和球体聚光两种装置的采光效率进行定量对比。

3.2014年12月完成了3.0版本——《基于仿向阳植物的球体聚光式太阳能存贮装置的分析与研究》,配套增加了“折射+反射”的聚光装置;进一步完成理论计算;使用光学软件进行仿真验证,提升了课题的科学性和可行性,并制作了第二代实物模型。

2015年2月,完成了论文的3.1版本——《新型高效磁力驱动的聚光式柔性球体太阳能存储装置的研究与设计》,提出采用高效磁力驱