



高等职业教育“十三五”规划教材 >>>> 新能源课程群

技能型人才培养特色名校建设规划教材

光伏组件制造工艺

主 编 ◆ 杨春民

副主编 ◆ 施秉旭 邵在虎 宋晓鸣

G O G R E E N



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育“十三五”规划教材（新能源课程群）

光伏组件制造工艺

主 编 杨春民

副主编 施秉旭 邵在虎 宋晓鸣



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是针对职业学校太阳能光伏发电专业学生编写的一本以实训操作为主的教材,主要介绍的是光伏组件在企业中的制造工艺流程和操作方法与要求,具有很强的实用性。本书主要内容包括光伏电池的基础知识,光伏组件制造工艺中的电池片检测、电池片焊接及组件叠层、光伏组件层压、光伏组件装框、光伏组件终检等。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

光伏组件制造工艺 / 杨春民主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016.4
高等职业教育“十三五”规划教材. 新能源课程群
ISBN 978-7-5170-4319-5

I. ①光… II. ①杨… III. ①太阳能电池—加工—高等职业教育—教材 IV. ①TM914.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第101950号

策划编辑: 祝智敏 责任编辑: 李 炎 加工编辑: 封 裕 封面设计: 李 佳

书 名	高等职业教育“十三五”规划教材(新能源课程群) 光伏组件制造工艺
作 者	主 编 杨春民 副主编 施秉旭 邵在虎 宋晓鸣
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 10.25印张 218千字
版 次	2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

丛书编委会

主 任：陈章侠 殷淑英

副主任：梁 强 静国梁 王记生 董兆广

于洪水 姜金国 陈圣林

委 员：（按姓氏笔画排序）

王东霞 王冬梅 王 伟 方冬稳

曲道宽 闫学敏 李 飞 杨春民

肖晓雨 吴朝晖 邵在虎 郜 峰

黄小章 崔青恒 崔 健 彭 波

董圣英 景悦林 裴勇生

秘 书：祝智敏

I

序 言

第三次科技革命以来，高新技术产业逐渐成为当今世界经济发展的主旋律和各国国民经济的战略性先导产业，各国相继制定了支持和促进高新技术产业发展的方针政策。我国更是把高新技术产业作为推动经济发展方式转变和产业结构调整的重要力量。

新能源产业是高新技术产业的重要组成部分，能源问题甚至关系到国家的安全和经济命脉。随着科技的日益发展，太阳能这一古老又新颖的能源逐渐成为人们利用的焦点。在我国，光伏产业被列入国家战略性新兴产业发展规划，成为我国为数不多的处于国际领先地位，能够在与欧美企业抗衡中保持优势的产业，其技术水平和产品质量得到越来越多国家的认可。新能源技术发展日新月异，新知识、新标准层出不穷，不断挑战着学校专业教学的科学性。这给当前新能源专业技术人才培养提出极大挑战，新教材的编写和新技术的更新也显得日益迫切。

在这样的大背景下，为解决当前高职新能源应用技术专业教材的匮乏，新能源专业建设协作委员会与中国水利水电出版社联合策划、组织来自企业的专业工程师、部分院校一线教师，协同规划和开发了本系列教材。教材以新能源工程实用技术为脉络，依托来自企业多年积累的工程项目案例，将目前行业发展中最实用、最新的新能源专业技术汇集进专业方案和课程方案，编写入专业教材，传递到教学一线，以期各高职院校的新能源专业教学提供更多的参考与借鉴。

一、整体规划全面系统，紧贴技术发展和应用要求

新能源应用技术系列教材主要包括光伏技术应用，课程的规划和内容的选择具有体系化、全面化的特征，涉及到光电子材料与器件、电气、电力电子、自动化等多个专业学科领域。教材内容紧扣新能源行业和企业工程实际，以新能源技术人才培养为目标，重在提高专业工程实践能力，尽可能吸收企业新技术、新工艺和案例，按照基础应用到综合的思路进行编写，循序渐进，力求突出高职教材的特点。

二、鼓励工程项目形式教学，知识领域和工程思想同步培养

倡导以工程项目的形式开展教学，按项目、分小组、以团队方式组织实施；倡导各团队

成员之间组织技术交流和沟通，共同解决本组工程方案的技术问题，查询相关技术资料，组织小组撰写项目方案等工程资料。把企业的工程项目引入到课堂教学中，针对工程中实际技能组织教学，让学生在掌握理论体系的同时，能熟悉新能源工程实施中的工作技能，缩短学生未来在企业工作岗位上的适应时间。

三、同步开发教学资源，及时有效更新项目资源

为保证本系列课程在学校的有效实施，丛书编委会还专门投入了大量的人力和物力，为系列课程开发了相应的、专门的教学资源，以有效支撑专业教学实施过程中的备课授课，以及项目资源的更新、疑难问题的解决，详细内容可以访问中国水利水电出版社万水分社的万水书苑网站，以获得更多的资源支持。

本系列教材的推出是出版社、院校教师和企业联合策划开发的成果。教材主创人员先后数次组织研讨会开展交流、组织修订以保证专业建设和课程建设具有科学的指向性。来自皇明太阳能集团有限公司、力诺集团、晶科能源有限公司、晶科电力有限公司、越海光通信科技有限公司、山东威特人工环境有限公司、山东奥冠新能科技有限公司的众多专业工程师和产品经理于洪水、彭波、黄小章、姜金国等为教材提供了技术审核和工程项目方案的支持，并承担全书的技术资料整理和企业工程项目的审阅工作。山东理工职业学院的静国梁、曲道宽，威海职业学院的景悦林，菏泽职业学院的王记生，皇明太阳能职业中专的董兆广等都在教材成稿过程中给予了支持，在此一并表示衷心感谢！

本书规划、编写与出版过程历经三年时间，在技术、文字和应用方面历经多次的修订，但考虑到前沿技术、新增内容较多，加之作者文字水平有限，错漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

丛书编委会

II

前言

太阳能光伏发电技术已经过了近 170 年的漫长发展历史。在 20 世纪 50 年代,单晶硅太阳能电池研发成功,诞生了将太阳光能转换为电能的实用光伏发电技术,在太阳能电池发展史上起到了里程碑的作用。进入 21 世纪以来,发展太阳能发电(光伏发电)产业已经成为全球各国解决能源与经济发展、环境保护之间矛盾的最佳途径之一,光伏技术的发展变得十分迅猛,日新月异。我国未来社会经济发展战略中,太阳能光伏产业将是我国保障能源供应、建设低碳社会、推动经济结构调整的战略性新兴产业。2012 年以后随着光伏产业的复苏与发展,我国目前急需一批具备一定专业知识和动手操作能力的中、高级光伏制造技能人才,全国各地职业院校相继开设了光伏或新能源类相关专业。为了满足高等职业教育对应用型人才的培养目标要求,我们组织了一批在教学一线从事专业教学且经验丰富的优秀教师,吸纳了多个知名光伏企业专家,借鉴其他教材的成功经验,以职业分析为依据,以岗位需求为基本,以培养管理、服务一线的应用型人才为宗旨,编写了适合中、高职光伏和新能源类专业学生的理论学习和实训操作指导双兼顾的专业教材。

本书以晶硅光伏组件制造生产工艺为核心内容,注重基本知识应用,减少理论推导,采用了大量的企业实际生产操作技术标准,同现有其他教材相比,具有鲜明的特色。

首先,从结构和流程上来说,本书与实际生产制造流程相吻合;从内容上来说,本书涵盖了由光伏电池片组装成光伏组件的全部内容,涉及制作工作的每一个环节,每一个步骤。本书内容多采用真实的企业内部生产文件,使职业院校的学生易于掌握和接受。

其次,本书采用项目化教学、任务分解的结构体系,按照理论内容和生产工艺流程分为电池片的分选测试,电池片焊接工艺,电池片的叠层和中测工艺,组件层压工艺,修边、装框、安装接线盒、清洗工艺,组件的检测工艺六个项目。每个项目又按照企业真实生产流程划分为若干个任务,每个任务都包含任务目标、任务描述、相关知识、任务实施、任务训练等内容,让老师可以进行项目化教学,让学生可以按照任务驱动法进行学习。

全书由杨春民任主编,施秉旭、邵在虎、宋晓鸣任副主编。参加本书编写工作的还有

陈圣林、李建勇、杜锐、胡华业、黄小章、邵峰等，另外还要感谢殷淑英教授、梁强副教授，他们对本书提出了非常宝贵的意见，特别是对书中内容的编排、项目选取、难易程度的把握等。全书得到了东营大海新能源发展有限公司、晶科能源有限公司、力诺光伏高科技有限公司、德州职业技术学院和中国水利水电出版社相关领导的大力支持，国网山东省电力公司齐河县供电公司杜锐、平阴县供电公司胡华业对本书的编写提供了相关资料，在本书编写过程中参考了大量相关文献资料和教材，在此，谨向这些编者以及为本书出版付出辛勤劳动的同志深表感谢！

由于时间仓促，编者水平有限，不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2016年2月

III

目 录

序言	
前言	
项目一 电池片的检测	1
【项目导读】	1
任务 1.1 认识太阳能电池片	1
【任务目标】	1
【任务描述】	1
【相关知识】	1
1.1.1 基本特性	1
1.1.2 电池材料	2
1.1.3 光伏发电系统构成	3
【任务实施】	4
1.1.4 电池片的分类	4
1.1.5 电池片组成结构	5
1.1.6 光伏发电原理	5
1.1.7 太阳能电池片生产	6
【任务训练】	9
任务 1.2 太阳能电池的外观检测	9
【任务目标】	9
【任务描述】	9
【相关知识】	9
1.2.1 外观检验项目和标准	9
1.2.2 异常情况处理方式	10
【任务实施】	11
1.2.3 认识金相显微镜	11
【任务训练】	14
任务 1.3 太阳能电池的电性能检测	14
【任务目标】	14
【任务描述】	14
【相关知识】	14
1.3.1 认识和使用太阳能电池分选测试仪	14
【任务实施】	16
1.3.2 单片测试仪（以武汉三工单片测试仪为例）	16
1.3.3 标准条件下太阳能电池的电性能测试	18
【任务训练】	18
项目二 太阳能组件的焊接	19
【项目导读】	19
任务 2.1 基础焊接练习	20
【任务目标】	20
【任务描述】	20
【相关知识】	20
2.1.1 焊接及其工艺	20
2.1.2 焊接工艺参数	21

2.1.3 焊接工具和材料	21	【任务目标】	54
【任务实施】	25	【任务描述】	54
2.1.4 焊接技法	25	【相关知识】	55
【任务训练】	29	3.1.1 光伏玻璃	55
任务 2.2 电池片单片焊接	29	3.1.2 认识 EVA 胶膜	57
【任务目标】	29	3.1.3 认识 TPT 背板	58
【任务描述】	30	3.1.4 铝型材	60
【相关知识】	30	3.1.5 硅胶	60
2.2.1 单片焊接流程图	30	3.1.6 接线盒	60
2.2.2 太阳能电池片单焊工艺规范	31	【任务实施】	60
【任务实施】	35	【任务训练】	62
2.2.3 单片焊接现场工艺文件	35	任务 3.2 叠层铺设及中检工艺	62
【任务训练】	38	【任务目标】	62
任务 2.3 电池片串联焊接	38	【任务描述】	62
【任务目标】	38	【相关知识】	63
【任务描述】	38	3.2.1 叠层铺设工序设备	63
【相关知识】	38	3.2.2 材料准备	65
2.3.1 串焊作业	38	3.2.3 工艺要求	65
【任务实施】	40	【任务实施】	66
2.3.2 电池串焊现场工艺文件	40	3.2.4 操作前外观检测	66
2.3.3 作业重点/技术规格要求	42	3.2.5 叠层铺设的操作	66
2.3.4 异常处理或注意事项	42	3.2.6 层叠铺设后外观检测	68
任务 2.4 电池片自动焊接	43	【任务训练】	69
【任务目标】	43	项目四 光伏组件的层压	70
【任务描述】	43	【项目导读】	70
【相关知识】	43	任务 4.1 认识光伏组件层压设备	70
2.4.1 全自动焊接机简介	43	【任务目标】	70
【任务实施】	44	【任务描述】	70
2.4.2 全自动串焊机的操作（以康奋威 串焊机为例）	44	【相关知识】	70
【任务训练】	52	4.1.1 层压机的定义	70
【任务拓展】	52	4.1.2 层压机的用途	71
项目三 光伏组件的叠层铺设及中检工艺	54	【任务实施】	71
【项目导读】	54	4.1.3 认识和使用层压机	71
任务 3.1 认识光伏组件的封装材料	54	4.1.4 层压机的主要结构	72
		【任务训练】	79

任务 4.2 光伏组件层压工艺	79	【相关知识】	111
【任务目标】	79	5.3.1 认识接线盒	111
【任务描述】	79	【任务实施】	117
【相关知识】	79	5.3.2 接线盒的检验	117
4.2.1 层压工艺	79	5.3.3 工序要求	119
4.2.2 层压生产工艺及注意事项	80	5.3.4 操作步骤	119
【任务实施】	82	5.3.5 了解质量检验的注意事项	120
4.2.3 图示层压机的操作方法	82	5.3.6 光伏组件用接线盒的认证测试	120
4.2.4 层压机故障现象和排除方法	91	【任务训练】	125
4.2.5 层压机的保养和维护	92	【知识拓展】	125
【任务练习】	93	任务 5.4 清洗工艺	127
【知识拓展】	93	【任务目标】	127
项目五 修边、装边框、安装接线盒和清洗工艺 98		【任务描述】	127
【项目导读】	98	【相关知识】	128
任务 5.1 认识铝合金边框和装边框设备	98	5.4.1 有关光伏电站组件清洗的知识	128
【任务目标】	98	5.4.2 了解组件清洗要求	130
【任务描述】	98	【任务实施】	130
【相关知识】	98	5.4.3 组件清洗操作步骤	130
5.1.1 认识铝合金边框	98	5.4.4 了解清洗工艺质量检查过程	
【任务实施】	102	及注意事项	130
5.1.2 铝合金边框的检验	102	【任务训练】	131
5.1.3 铝合金边框的储存	104	项目六 光伏组件的性能检测	132
5.1.4 认识装边框设备	104	【项目导读】	132
【任务训练】	105	任务 6.1 认识光伏组件性能检测设备	132
任务 5.2 修边和装边框工艺	105	【任务目标】	132
【任务目标】	105	【任务描述】	132
【任务描述】	105	【相关知识】	132
【任务实施】	105	6.1.1 光伏组件的性能测试	133
5.2.1 修边工艺基础	105	6.1.2 光伏组件参数的技术要求	134
5.2.2 装边框工艺基础知识及操作		【任务实施】	134
步骤	106	6.1.3 了解常用组件测试设备	134
【任务训练】	111	6.1.4 认识光伏组件绝缘耐压测试仪	137
任务 5.3 认识接线盒和安装接线盒	111	6.1.5 认识热斑耐久试验测试仪	138
【任务目标】	111	6.1.6 认识光伏组件缺陷 EL 测试仪	139
【任务描述】	111	【任务训练】	141

任务 6.2 光伏组件性能检测	141	6.2.2 光伏组件热斑耐久试验	143
【任务目标】	141	6.2.3 光伏组件绝缘耐压试验	144
【任务描述】	141	6.2.4 光伏组件缺陷 EL 测试	146
【任务实施】	142	【任务训练】	148
6.2.1 光伏组件电性能测试	142	参考文献	149

电池片的检测

【项目导读】

通过分级检测，将性能相近的电池片进行分类包装，合格的电池片出厂，将不合格的电池片进行回收再处理。本项目规定了单晶硅、多晶硅电池片来料的检验方法，通过检验确保单晶硅、多晶硅电池片的各项性能指标符合要求。通过学习对太阳能电池片的外观检测和电性能检测，学生应能正确校准和使用太阳能电池片分选仪。

任务 1.1 认识太阳能电池片

【任务目标】

掌握太阳能电池的分类、组成结构和发电原理。

【任务描述】

太阳能电池是光伏组件的核心部件，其性能的好坏直接影响到光伏组件的性能。本任务主要是让学生掌握太阳能电池的分类、组成结构及发电原理。

【相关知识】

1.1.1 基本特性

太阳能电池的基本特性有太阳能电池的极性、太阳能电池的性能参数、太阳能电池的伏

安特性三个方面。

1. 太阳能电池的极性

硅太阳能电池一般被制成 P+/N 型结构或 N+/P 型结构, P+和 N+表示太阳能电池正面光照层半导体材料的导电类型; N 和 P 表示太阳能电池背面衬底半导体材料的导电类型。太阳能电池的电性能与制造电池所用半导体材料的特性有关。

2. 太阳能电池的性能参数

太阳能电池的性能参数由开路电压、短路电流、最大输出功率、填充因子、转换效率等组成。这些参数是衡量太阳能电池性能好坏的标志。

3. 太阳能电池的伏安特性

P-N 结太阳能电池包含一个形成于表面的浅 P-N 结、一个条状及指状的正面欧姆接触、一个涵盖整个背部表面的背面欧姆接触以及一层在正面的抗反射层。当电池暴露于太阳光谱时, 能量小于禁带宽度 E_g 的光子对电池输出并无贡献。能量大于禁带宽度 E_g 的光子才会对电池输出贡献能量 E_g , 大于 E_g 的能量则会以热的形式消耗掉。因此, 在太阳能电池的设计和制造过程中, 必须考虑这部分热量对电池稳定性、寿命等的影响。

1.1.2 电池材料

太阳能电池的材料种类非常多, 有非晶硅、多晶硅、CdTe、CuInxGa_(1-x)Se₂ 等半导体材料, 或三五族、二六族的元素链结的材料, 简单地说, 凡光照后能产生电能的, 就是太阳能电池寻找的材料。

电动车太阳能充电站主要是透过不同的制程和方法, 测试对光的反应和吸收, 做到能隙结合宽广, 让短波长或长波长都可以全盘吸收的革命性突破, 来降低材料的成本。

太阳能电池形式上分有基板式或是薄膜式, 基板在制程上可分拉单晶式的, 或相溶后冷却结成多晶的块材, 薄膜式可和建筑物有较佳结合, 如有曲度或可挠式、折叠型, 材料上较常用非晶硅。另外还有一种有机或纳米材料, 它仍属于前瞻研发。因此, 也就出现了不同时代的太阳能电池: 第一代为基板硅晶 (Silicon Based)、第二代为薄膜 (Thin Film)、第三代为新观念研发 (New Concept)、第四代为复合薄膜材料。

第一代太阳能电池发展最长久, 技术也最成熟, 可分为单晶硅 (Monocrystalline Silicon)、多晶硅 (Polycrystalline Silicon)、非晶硅 (Amorphous Silicon)。以应用来说, 以前两者——单晶硅与多晶硅为大宗。

第二代薄膜太阳能电池以薄膜制程来制造电池。种类可分为碲化镉 (Cadmium Telluride, CdTe)、铜铟硒化物 (Copper Indium Selenide, CIS)、铜铟镓硒化物 (Copper Indium Gallium Selenide, CIGS)、砷化镓 (Gallium Arsenide, GaAs)。

第三代电池与前代电池最大的不同是制程中导入了有机物和纳米科技。种类有光化学太阳能电池、染料光敏化太阳能电池、高分子太阳能电池、纳米结晶太阳能电池。

第四代太阳能电池则是针对电池吸收光的薄膜做出多层结构。

某种电池制造技术并非仅能制造一种类型的电池,例如在多晶硅制程中,既可制造出硅晶板类型,也可以制造出薄膜类型。

1.1.3 光伏发电系统构成

太阳能发电分为光热发电和光伏发电。通常说的太阳能发电指的是太阳能光伏发电,简称“光电”。光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳能电池。太阳能电池经过串联后进行封装保护可形成大面积的太阳能电池组件,再配合上功率控制器等部件就形成了光伏发电装置。

太阳能发电系统由太阳能电池组件、太阳能控制器、蓄电池(组)等组成,如图 1-1-1 所示。

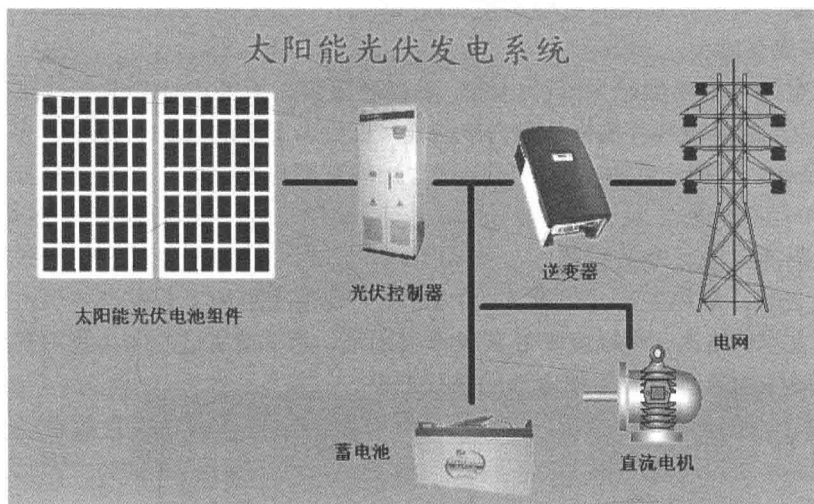


图 1-1-1 光伏发电系统组成

若输出电源为交流 220 V 或 110 V,则需要配置逆变器。各部分的作用分别为:

(1) 太阳能电池板:太阳能电池板是太阳能发电系统中的核心部分,也是太阳能发电系统中价值最高的部分。其作用是将太阳的辐射能转换为电能,或送往蓄电池中存储起来,或推动负载工作。太阳能电池板的质量和成本将直接决定整个系统的质量和成本。

(2) 太阳能控制器:太阳能控制器的作用是控制整个系统的工作状态,并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用。在温差较大的地方,合格的控制器还应具备温度补偿的功能。其他附加功能如光控开关、时控开关等都应当是控制器的可选项。

(3) 蓄电池:一般为铅酸电池,小微型系统中也可用镍氢电池、镍镉电池或锂电池。其作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来,到需要的时候再释放出来。

(4) 逆变器:在很多场合,都需要提供 220V AC、110V AC 的交流电源。由于太阳能的直接输出一般都是 12V DC、24V DC、48V DC,为能向 220V AC 的电器提供电能,需要将太阳能发电系统所发出的直流电能转换成交流电能,因此需要使用 DC-AC 逆变器。在某些场合,

需要使用多种电压的负载时,也要用到 DC-DC 逆变器,如将 24V DC 的电转换成 5V DC 的电(注意此处不是简单的降压)。

【任务实施】

1.1.4 电池片的分类

太阳能电池按结晶状态可分为结晶系薄膜式和非结晶系薄膜式两大类,而前者又分为单结晶形和多结晶形。根据所用材料的不同,太阳能电池还可分为:硅太阳能电池、多元化合物薄膜太阳能电池、聚合物多层修饰电极型太阳能电池、纳米晶太阳能电池、有机太阳能电池、塑料太阳能电池,其中硅太阳能电池是发展最成熟的,在应用中居主导地位。

1. 硅太阳能电池

硅太阳能电池分为单晶硅太阳能电池、多晶硅薄膜太阳能电池和非晶硅薄膜太阳能电池三种。工业上生产的硅电池片规格一般为单晶硅(直径为 125mm 或 156mm)、多晶硅(直径为 125mm 和 156mm)四种。其中,单晶硅电池片一般有倒角和绒面,多晶硅片表面表面常伴有冰花状花纹,单晶硅片表面则是细小的颗粒。另外,单晶硅片一般呈现黑色,多晶硅片偏蓝色。

单晶硅太阳能电池转换效率最高,技术也最为成熟。单晶硅太阳能电池在实验室里最高的转换效率为 25%,规模生产时效率为 20%,在大规模应用和工业生产中仍占据主导地位,但由于单晶硅成本价格高,大幅度降低其成本很困难,为了节省硅材料,我们发展了多晶硅薄膜和非晶硅薄膜作为单晶硅太阳能电池的替代产品。

多晶硅薄膜太阳能电池与单晶硅太阳能电池比较,成本低廉,而且效率高于非晶硅薄膜电池,其实验室最高转换效率为 20%,工业规模生产的转换效率为 18%。因此,多晶硅薄膜电池不久将会在太阳能电池市场上占据主导地位。

非晶硅薄膜太阳能电池成本低、重量轻、转换效率较高,便于大规模生产,有极大的潜力。但受制于其材料引发的光电效率衰退效应,它的稳定性不高,直接影响了其实际应用。如果能进一步解决稳定性问题及提高转换率问题,那么,非晶硅太阳能电池无疑是太阳能电池的主要发展产品之一。

2. 多晶体薄膜电池

多晶体薄膜电池中硫化镉、碲化镉多晶薄膜电池的效率较非晶硅薄膜太阳能电池效率高,成本较单晶硅电池低,并且易于大规模生产,但由于镉有剧毒,会对环境造成严重的污染,因此,它并不是晶体硅太阳能电池最理想的替代产品。

砷化镓(GaAs) III-V 化合物电池的转换效率可达 28%,GaAs 化合物材料具有十分理想的光学带隙以及较高的吸收效率,抗辐照能力强,对热不敏感,适合于制造高效单结电池,但是 GaAs 材料的价格不菲,因而在很大程度上限制了用 GaAs 电池的普及。

铜铟硒薄膜电池(简称“CIS”)适合光电转换,不存在光致衰退问题,转换效率和多晶硅电池一样,具有价格低廉、性能良好和工艺简单等优点,它将成为今后发展太阳能电池的一

个重要方向。唯一的问题是材料的来源,由于铟和硒都是比较稀有的元素,因此,这类电池的发展又必然受到限制。

3. 有机聚合物电池

以有机聚合物代替无机材料是刚刚开始的一个太阳能电池制造的研究方向。由于有机材料具有柔性好、制作容易、材料来源广泛、成本低等优势,从而对大规模利用太阳能,提供廉价电能具有重要意义。但以有机材料制备太阳能电池的研究仅仅刚开始,不论是使用寿命,还是电池效率都不能和无机材料特别是硅电池相比。能否发展成为具有实用意义的产品,还有待于进一步研究探索。

1.1.5 电池片组成结构

电池片的正面电极为负极,电极材料为丝网印刷用银浆;背面电极为正极,电极材料为丝网印刷用银浆或银铝浆。多晶硅电池片结构如图 1-1-2 所示。

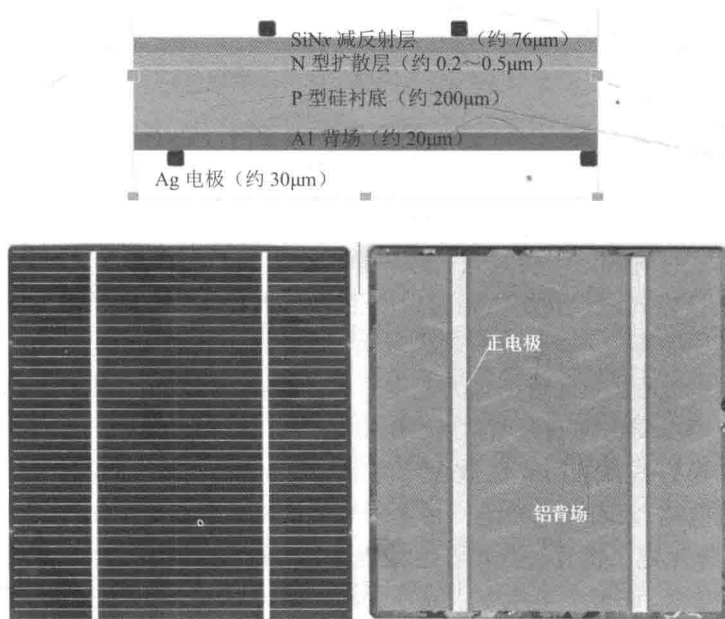


图 1-1-2 多晶硅电池片结构图

1.1.6 光伏发电原理

光生伏特效应:假设光线照射在太阳能电池上并且光在界面层被接纳,具有足够能量的光子可以在 P 型硅和 N 型硅中将电子从共价键中激起,致使发电子一空穴对。界面层临近的电子和空穴在复合之前,将经由空间电荷的电场结果被相互分别。电子向带正电的 N 区运动,空穴向带负电的 P 区运动。经由界面层的电荷分别在 P 区和 N 区之间发作一个向外的可