



《光伏组件生产技术》

联盟课程标准

课程负责人： _____ 林涛 _____

学 校： _____ 佛山职业技术学院 _____

-

新能源类专业教学资源库共建共享联盟课程指导小组

2018 年 2 月 4 日



《光伏组件生产技术》联盟课程标准

适用对象：高职三年制

适用专业：新能源类专业

课程类别：岗位主干领域课程

修课方式：必修

教学时数：56

总 学 分：3.5 （按四舍五入的原则，每 16 课时为 1 学分计算）

一、课程的性质和任务

（一）课程定位

《光伏组件生产技术》是高职三年制新能源类专业光伏发电领域的一门专业核心课程。本课程对照光伏发电国家职业技能标准和光伏发电应用的职业岗位技能要求，采用与职业岗位对应的工程项目构建主线，选取典型的光伏组件生产设备、工艺和工作任务，根据高职学生的智能特点和认知心理顺序，针对工作过程的环节来构建学习情节和设计学习单元，重新融合成工作过程为中心的项目模块课程。学生在专业课学习中，通过一系列相对独立又有机结合的子项目学习和实训，完成与职业岗位群相对应的职业技能学习和训练。

（二）学习领域目标



通过学习《光伏组件生产技术》，使学生掌握以下专业能力、方法能力、社会能力等目标。

1. 专业能力目标

- (1) 独立完成太阳能电池片的检测，如外观、电性能等；
- (2) 能够熟练完成 EVA、TPT 裁剪和备料工艺；
- (3) 熟练掌握焊接工艺，单片焊接和串联焊接等工艺；
- (4) 能熟练掌握激光划片、拼接与叠层工艺和滴胶工艺；
- (5) 能够熟练完成层压、固化、装框与清洗工艺；
- (6) 能够对光伏组件的性能进行准确测试；
- (7) 能够对光伏组件的性能进行准确测试；
- (8) 能熟练掌握太阳能电池组件的测试方法。

2. 方法能力目标

- (1) 具有一定的独立分析、设计、实施、评估的能力；
- (2) 具有获取、分析、归纳、交流知识和新技术的能力；
- (3) 具有自学能力、理解能力与表达能力；
- (4) 具有将知识与技术综合运用能力；
- (5) 具有团队协作的能力。

3. 社会能力目标

- (1) 熟练掌握电路基础与电工技术、太阳能电池材料、太阳能电池生产工艺等相关课程，热爱光伏行业并有吃苦耐劳的精神。
- (2) 具有较好的电子技术基础知识、基本技能。
- (3) 有一定的逻辑思维能力，有较强的分析问题和解决问题能力，对电子和光伏技术相关知识有一定的兴趣和爱好。



(三) 前导课程

电路基础与电工技术、模拟电子技术与实践、数字电子技术与实践、太阳电池生产工艺

(四) 后续课程

离网光伏系统设计与施工、并网光伏系统设计与施工、光伏电站运行与维护

二、课程内容标准

(一) 工作任务划分及学时分配

序号	工作任务	知识点	训练或工作项目	教学重点	教学情境与教学设计	建议学时
1	太阳电池片测试	电池片输出参数(电流和电压)	1.检查电池片有无碎裂和隐裂; 2.根据所测的电池片电流和电压数值将电池片进行分档	1.电池片碎裂和隐裂的判断标准和方法; 2.电池片分档的标准	1. 确认电池片测试仪连接线连接牢固, 压缩空气压力正常 2. 打开操作面板“电源”开关, 按下“量程”按钮 3. 调节嵌位电压, 打开气阀 4. 把电池面放在工作台上, 调整电池面位置, 使测试仪探针与主栅线对齐, 踩下脚阀测试 5. 根据测得的电流值进行分档。 6. 每 100 片作为一个包装, 用纸盒传递 7. 作业完毕, 按操作规程关闭仪器	8
2	正面焊接	焊接、互联条	1.检查电池片有无色斑 2.互联条的焊接	互联条的焊接	1.把初检好的电池片放在垫好的纸上, 负极(正面)向上, 检查电池片是否完整, 有无色斑 2.将浸泡或的互联条平铺在电池片的主栅线内(如发现互连带上助焊剂干涸, 则在与主栅线接触的那一面现涂助焊剂) 3.互联条的拆痕对应电池片曲线, 互联条的前端离电池片两条副栅线距离(左手为前端) 4.用左手指从前端依次均匀的按住互连带, 右手拿烙铁, 用烙铁头的平面平压在互连带的尾端, 从尾端第三根副栅线处从右往左焊接	8



序号	工作任务	知识点	训练或工作项目	教学重点	教学情境与教学设计	建议学时
					5.当烙铁头离开电池时（即将结束），轻提烙铁头，快速拉离电池片。	
3	背面串焊	焊接、背面焊接注意事项	助焊剂的使用	背面焊接方法	1.将单焊好的电池片的互联条均匀地涂上助焊剂 2.将电池片露出互联条的一端向右，依次在模板上排列好，正极（背面）向上，互联条落在下一片的主栅线内 3.将电池片按模板上的对正块，对齐条对应好，检查电池片之间的间距是否均匀且相等，同一间距的上、中、下口的距离相等作业喇叭口现象 4.检查电池片背电极与电池正面互联条是否在同一直线，防止片之间互联条错位 5.焊接下一片电池时，还要顾及前面的对正位置要在一条线，防止倾斜 6.电池对正好后，用左手轻轻由左至右按平互联条，使之落在背电极内，右手拿烙铁头的平面轻压互联条，由左至右快速焊接，要求一次焊接完成 7.烙铁头若有多余的锡要求及时的擦拭干净	8
4	层压敷设	EVA、TPT、叠层	1.钢化玻璃缺陷的检查 2.EVA的铺设	敷设层次的顺序：由下向上依次为（玻璃、EVA、电池、EVA、玻璃纤维、背板）。	1.将钢化玻璃抬至叠层工作台上，玻璃绒面朝上，检查钢化玻璃有无缺陷，检验项目参照《原材料检验标准》里钢化玻璃检验标准 2.将玻璃四角和叠层台上定位角标靠齐对正，用无纺布对钢化玻璃进行清洁 3.在钢化玻璃上平铺一层乙酸乙烯脂共聚物（EVA胶膜），EVA胶膜绒面向上。 4.在玻璃两端EVA胶膜上放好符合组件板型设计的叠层定位模板，注意和玻璃四角靠齐对正 5.将放有电池串的泡沫板抬至叠层的工作台上，放稳 6.检查电池串一面有无裂片、缺角、隐裂、移位、虚焊、等现象，详细要求参照串接工序的质量标准执行，如果问题严重及时通知工艺员和质量员 7.清洁表面异物、残留助焊剂	8



序号	工作任务	知识点	训练或工作项目	教学重点	教学情境与教学设计	建议学时
5	层压修边	层压、修边	层压机的使用	层压机参数（如温度的设置）	1.打开设备电源开关。 2.选择按下开始运行进入工作方式选择界面，再按下参数设置进入参数设置界面，设置好参数 3.按返回状态选择返回工作，选择界面，按下手动进入手动工作界面 4.打开热油泵开关，打开加热开关 5.温度到达设定值后，打开真空泵开关 6.在手动状态下将上盖打开到位，并将 B 级手动运行到停止位，然后进入自动工作状态 7. 在 A 级上有秩序的放入待压组件，然后按下 A 级按钮直到 A 级有料位 8.按下入料按钮，此时层压机自动将组件送入加热板上并自动合盖，按照设定好的工艺参数进入层压作业环节 9.此时可将 A 级再次放入组件等待 10.层压完毕后上盖自动打开，然后 C 级将组件送出，同时 A 级将另一炉组件送入，进行下一个层压循环 11.每次层压完毕必须迅速将组件取出，待冷却后用美工刀修边	8
6	装框	装铝合金外框的意义	1.外框中硅胶的放置 2.外框的安装	外框的安装方法	1.在铝合金外框的凹槽中嵌入硅胶，硅胶量约占凹槽的一半左右 2.把组件嵌入铝合金外框的凹槽中，组件正面朝外 3.用气动螺丝刀或气压装框台上完成铝合金外框的安装 4.用平锉刀轻锉框架的四角，达到光滑亮洁，无毛刺 5.符合要求在“工艺流程单”上做好记录，并流下一工序	6



序号	工作任务	知识点	训练或工作项目	教学重点	教学情境与教学设计	建议学时
7	焊接接线盒	接线盒安装的目的和要求	硅胶的使用、接线盒的安装	接线盒的安装	6.1 用硅胶涂在接线盒四周安装处 6.2 使接线盒引线孔穿过组件引线，把接线盒与TPT粘接住 6.3 用电烙铁把组件引线焊到接线盒上的对应位置（用镊子夹住汇流条焊接） 6.4 组件可用钢丝钳将引线头部夹成重叠状，后穿入接线盒接线孔 6.5 盖上盒盖	4
8	组件测试	组件测试的目的和意义	组件的测试	组件的测试方法	1.把组件放在工作台上的规定位置 2.正确连接正、负极 3.打开仪器和电脑，点击“测试” 4.记录电性能参数 5 操作完毕，按规程关闭仪器	6

(二) 工作任务描述

根据光伏电池组件生产技术课程目标和涵盖的工作任务要求，确定课程内容和要求，说明学生应获得的知识、技能与态度。

序号	工作任务	知识要求	技能要求
1	太阳能电池片的测试	- 对电路及电工方面的知识较为了解 - 电流表、电压表的实验方法	熟练掌握测试电池的输出参数（电流和电压）大小的方法，并对其进行分类。
2	正面焊接	对焊件，预焊，焊接、焊带、汇流带知识的熟练掌握	熟练掌握将汇流带焊接到电池正面（负极）的主栅线上的方法。
3	背面串焊	对焊件，预焊，焊接、焊带、汇流带知识的熟练掌握	- 熟练掌握使用电烙铁和焊锡丝将“前面电池”的正面电极（负极）焊接到“后面电池”的背面电极（正极）上的方法 - 熟练掌握将太阳能电池片串接在一起并在组件串的正负极焊接出引线的方法。



序号	工作任务	知识要求	技能要求
4	层压敷设	对 EVA, 玻璃纤维、背板知识的了解	- 玻璃要注意事先涂一层试剂 (primer) 以增加玻璃和 EVA 的粘接强度。 - 敷设时要保证电池串与玻璃等材料的相对位置, 调整好电池间的距离, 为层压打好基础。 - 敷设层次: 由下向上: (玻璃、EVA、电池、EVA、玻璃纤维、背板)。
5	组件层压	层压温度的选择, 抽真空的方法、EVA 交联度	- 掌握通过抽真空将组件内的空气抽出的方法。 - 掌握层压温度的设定的方法
6	修边	毛边形成的原因及切除的方法	熟练掌握层压时由 EVA 所形成的毛边切除的方法。
7	装框	硅酮树脂、角键相关知识	- 掌握用硅酮树脂填充边框和玻璃组件的缝隙的方法 - 掌握用角键连接玻璃各边框的方法。
8	焊接接线盒	接线盒、硅胶、TPT 相关知识	- 接线盒与 TPT 之间必须用硅胶密封 - 引线电极必须准确无误地焊在相应位置 - 引线焊接不能虚焊、假焊 - 引线穿入接线孔内必须到位, 无松动现象
9	组件测试	太阳电池组件测试仪相关的原理及使用方法	熟练操作太阳电池组件测试仪, 并会对结果进行分析。

三、课程实施建议

(一) 教材选用与编写

1、教材选用要以培养实践能力、创新能力和创业能力为指导思想, 贯彻高职高专培养目标, 强调理论与实践的结合、教材与实际的结合、操作与管理的结合, 理论与实践一体化教材。

2、以本课程标准为依据自编教材。

3、教材要充分体现项目课程设计思想, 以项目为载体实施教学, 让学生在完成项目的过程中逐步提高职业能力。



(二) 教学建议

1.在教学过程中，应立足于加强学生实际动手能力的培养，采用项目教学，以工作任务引领，提高学生学习兴趣，提升学习效果。

2.本课程教学采用理论与实践相结合的教学方法，在完成相关实验或典型项目课题的过程中学习有关的技术知识，重点在于实践的强化学习。

3.在教学过程中，立足于加强学生实际操作能力的培养，通过项目训练提高学生学习兴趣，激发学生的成就感，每个项目的实施可采用小组合作学习的方法，强化学生的团队协作精神。

4.在教学过程中，建议采用线上线下混合教学。建议主持院校相应专业教师使用资源库进行专业教学的学时数占专业课总学时的比例达 60%以上，参与建设院校该比例达 40%以上。应运用多媒体、投影等教学资源辅助教学，帮助学生理解相关操作的工作过程。借助于大数据、物联网、移动互联等技术手段，从课堂教学、实训教学、课本学习以及课余学习四个主要职教教学场景中提高资源库的应用效力。激活师生用户有效互动、即时反馈通道，使资源库“活”起来，实现“能学”、“辅教”。

5.在教学过程中，要重视本专业领域的发展趋势，贴近行业发展现状，积极引导学生学习最新技术。为学生提供职业生涯发展的空间，努力培养学生参与社会实践的创新精神和职业能力。

6. 培养学生的“工匠精神”，将本专业学生必须具有的职业素养整合到专业课程教学目标、教学内容和考核办法之中，这样才能使学生真正具备“敬业爱岗、遵章守纪、乐于奉献，具有诚信意识与服务意识、良好的团队合作精神”的职业素养，要将工匠精神的养成计划与专业课程教学紧密结合，在教学中逐步渗透给学生工匠精神的内涵。

(三) 教学基本条件



1.担任本课程的专任教师须具备以下条件:

- (1) 师德、学历和教学水平符合“学校教师任职资格”要求;
- (2) 担任本课程教学辅导或实验实训辅导一年以上;
- (3) 具有新能源相关产业工作经验;
- (4) 具有信息化教学能力;
- (5) 具有与本课程相关的知识、技术技能和创新能力。

2.教学环境须具备以下条件

- (1) 配备与课程相关的实训室;
- (2) 具备互联网接入环境;
- (3) 能为学生提供电脑或其他智能终端设备,为“互联网+资源库”的新型应用

模式提供硬件支持。

四、教学评价

(1) 建议学生线上学习合格获取本课程的线上结业证书,线上学习成绩占总成绩的40%。

(2) 线下考核及其他平时教学占总成绩的60%,根据学生情况可以实时调整各项考核比例。

期末考核方式可以采用线上测试试卷+综合项目考核、线下实操考核或具有课程特点的其他考核方式。

证书示例:



图1 《光伏组件生产技术》课程结业证书

五、教材及参考资料

(1) 教辅材料

光伏组件生产技术课程必须有相应的教辅材料。教辅材料教材的开发应根据实训教学大纲选用或编写, 要对光伏组件设计与应用中的工序名称、内容、学时、设施、操作规程、注意事项、实训结果、数据处理等做出明确规定。

(2) 教材选用与编写

本门课程选用《光伏组件设计与生产工艺》(作者: 胡昌吉、段春艳主编, 出版社: 北京理工大学, 出版社: 2015-1-1), 教材内容与现阶段光伏组件生产相适应, 能够反映现实生产情况。



(3) 课程资源的开发与利用

教辅材料主要包括光伏组件设计与生产相关书籍，包括《太阳能光伏组件生产制造工程技术》(作者：李钟实编著，出版社：人民邮电出版社，出版社：2012-1-1)，光伏电池组件设计与应用实训指导手册应随人才培养方案和实训教学大纲的变化作相应修订。

(4) 工学结合

根据光伏组件生产技术课程的特点，我们与相关光伏企业进行联系沟通，合理的安排学生到尽可能专业对口的岗位上参加工学结合下厂实习。为学生提供了包括专业技能和综合能力两方面能力培养的实践环境，使学生在真实的环境下进行岗位实践，培养学生解决生产实际和工程项目中实际问题的技术及管理能力和领导艺术才能等个人综合素质，为学生今后从事各项工作打下基础。

学校也安排教师到企业下厂学习，使教师的实践教学能力得以提升，教师可以根据在工厂里面的学习经历与企业开发“厂中校”课程资源，更好的为学生和企业服务。

(5) 网络资源

《光伏组件生产技术》立体化电子教材可作为辅助材料学习，应用于课程教学。网络资源可以作为学生从事光伏组件生产技术课程学习活动的辅助性工具。为此，老师可以引导学生积极有效地将网络资源用于数学学习活动之中。例如，借助网络资源查阅光伏组件的知识及生产方法、注意事项等。

(6) 仿真软件



使用有效的仿真软件绘制光伏组件的设计过程、呈现抽象对象的直观背景，使学生加深对相关教学内容的理解，帮助学生形成解决问题的基本策略和方法等。

制定人：林涛 段春艳

审 核：新能源类专业教学资源库共建共享联盟

课程指导小组