

辊涂法生产AR镀膜光伏玻璃介绍

Introduction for Manufacturing the AR Coated Photovoltaic Glass by Means of Roller Coating

王德标 夏卫文

和合科技集团有限公司 311245 浙江杭州

摘要 该文介绍了通过辊涂工艺离线连续生产AR(减反射)镀膜光伏玻璃,主要包括镀膜生产线的设计、辊涂的工作原理、AR镀膜光伏玻璃的性能指标以及在线监测系统等方面。文中所描述的光伏玻璃特指适用于晶硅太阳能光伏电池组件中的一种低铁压花玻璃,其一面为绒面,一面为花纹面,AR膜层镀制在光伏玻璃的绒面。

Abstract this text Introduction for off-line manufacturing the AR coated Photovoltaic glass by means of roller coating, consist of: the production line for coating film, the working principle of roller coating, the performance index of AR coated Photovoltaic glass, and online observation system. The AR coated Photovoltaic glass refer in particular to a kind of low-iron pattern glass, used for crystalline silicon solar PV(photovoltaic) cell, one side be plain, another side be textured, on the plain side plating the AR film.

关键词 辊涂 AR 减反射 光伏玻璃

Key words roller coating AR antireflection photovoltaic glass

1 引言

决定晶硅太阳能光伏电池效能的因素为与光能转化效率有关的各种变因,最重要的决定因素为光电组件中的晶硅技术,其次为保护光电组件中的光伏玻璃,由于晶硅无法长时间暴露于外界环境中,光伏玻璃是目前保护晶硅且自身透光率较高的最佳材料之一,因此光伏玻璃的光学特性是晶硅技术外一大重要变因。然而保持和提高光伏玻璃的光学特性远比开发更高转换率的晶硅来的容易,成本低得多,所以开发并生产出透光率更高的光伏玻璃,无论对于组件厂商还是在终端市场上的需求都是非常迫切的。

多孔二氧化硅薄膜因具有优秀的透光率、减反射性能和高的热阻这些使之成为理想的光伏玻璃镀膜材料,同时兼具一定的憎水性,具备自清洁功能,可有效降低整体太阳能光伏电池效能随着使用时间的衰减速度,避免因表面污染引起的效能降低。

辊涂法生产AR镀膜光伏玻璃的原理是:采用溶胶—凝胶法制备纳米二氧化硅溶胶和多孔二氧化硅薄膜。首先以正硅酸乙酯(TEOS)为前驱体,氨水为催化剂制备二氧化硅溶胶,通过稀释并加入稳定剂、黏度调整剂、黏结剂等而得到AR镀膜液,再通过辊筒涂膜机将AR镀膜液均匀涂布到光伏玻璃表面,经表干、加热固化后再进入钢化炉得到AR镀膜光伏玻璃。

因辊涂法与喷涂法镀膜工艺相比,产品表面膜层的均匀度大幅度提高;相比提拉法镀膜工艺,生产效率也得到了极大地提高;同样,因辊涂工艺相对于磁控溅射工艺成本又相对较低,国内大部分光伏玻璃生产厂家都介入或由别的研究路线中转入到辊涂工艺制备AR镀膜光伏玻璃的研究中,随着研究的深入,辊涂法生产的AR镀膜光伏玻璃已投入到市场中,并逐步得到客户的认可。该文就辊涂法生产AR镀膜光伏玻璃生产线的设计、辊涂工艺原理、性能指标以及在线监测系统等多个方面进行介绍。

2 AR镀膜生产线的设计

根据AR镀膜光伏玻璃的生产原理，工艺步骤设计如图1所示。根据各道工艺分析，设计思路如下：

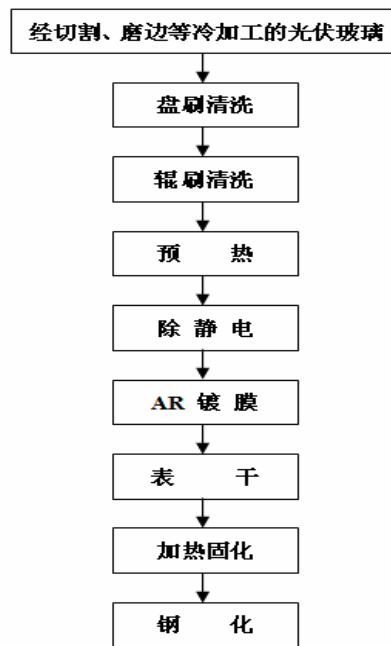


图1 AR镀膜光伏玻璃工艺流程图

1.1 玻璃原片：AR镀膜液的溶剂一般采用无水乙醇，为降低无水乙醇和光伏玻璃表面的接触角，使镀膜液更容易流平、铺展，必须选用新鲜的光伏玻璃原片，制造日期保证在1个月内。

1.2 盘刷清洗：采用一道盘刷清洗，清洗过程中必须注入氧化铈或其他抛光液，必要时加入洗洁净等碱性清洗剂对玻璃表面的油污进行清洗，洗洁净：水 \approx 1：104（重量比）。

1.3 辊刷清洗：采用三道辊刷清洗，清洗过程中须注入30℃~50℃的温水，清洗机选用三道风刀；清洗用水采用去离子水，电阻率 \geq 10M Ω 。

1.4 预热的目的：①使玻璃进入镀膜段的具备一定的温度，使AR镀膜液表干速度加快，减少边部收缩；②使玻璃的温度恒定，稳定镀膜工艺控制参数，便于控制。

1.5 AR镀膜：

1.5.1 溶胶-凝胶法制备镀膜玻璃需对环境的温度、湿度进行控制，镀膜室的温度控制在20℃ \pm 5℃，减少镀膜液的挥发引起的浓度变化；湿度控制在50% \pm 5%。

1.5.2 镀膜室洁净度：10万级。

1.6 表干：表干速度是影响镀膜质量的一个重要工艺参数，表干速度太快导致膜层没有流平的时间，而表干时间太长，导致进固化炉时出现边部膜层收缩，所以要在表干时间和设备表干段的长度之间选择一个合理的指标。表干时间一般在30s~40s为宜，根据设备的加工速度约为3m/min~5m/min，表干的长度一般设置在4米以上。镀膜液的溶剂一般由乙醇和水组成，由于溶剂的成份决定了表干的时间，乙醇的含量越高，表干越快，水的含量高时，则表干慢。同时乙醇的含量又影响了镀膜液的表面张力与成膜特性，所以表干时间主要决定于在镀膜正常的情况下乙醇与水的比例，一般情况下乙醇与水的比例在7:3~9:1。

1.7 加热固化：使AR膜层初步固化，具备一定的强度（黏结力和硬度），如果固化炉出口直接通过辊道连接钢化炉，不需要人工转移时，膜层的强度要求不高，固化温度不需要太高，为150℃左右；而在固化炉出口需要落架转序时，膜层必须具备相当的强度，便于人工转移，这时温度一般控制在200℃左右。

1.8 AR镀膜生产线直接与钢化炉使用辊道连接时，由于AR镀膜生产线采用的是胶辊涂布，生产速度一般在3米/分~5米/分，按光伏玻璃的标准版面，日产能在4000m²左右，光伏玻璃使用的普通钢化炉产能选用日产能约为8000m²左右的连续式钢化炉，则每条钢化炉需要配备AR镀膜生产线2条。

3 AR镀膜段的工作原理

AR镀膜段采用辊筒涂布的方式进行，设备工作示意图见图2：

(1) 图2所示1号钢辊的作用是与4号涂布胶辊形成凹槽，用于存放镀膜液，同时对4号涂布胶辊不断补充镀膜液。

(2) 3号钢辊的作用是与4号涂布胶辊之间形成均匀的间隙，以控制镀膜液的用量，并使镀膜液在4号胶辊表面均匀分布。

(3) 由于4号涂布胶辊的工作转动方向与玻璃前进方向相反，导致玻璃在前进到胶辊与皮带之间时容易造成胶辊被玻璃划伤，因此2号胶辊旨在防止玻璃前进时造成划伤。

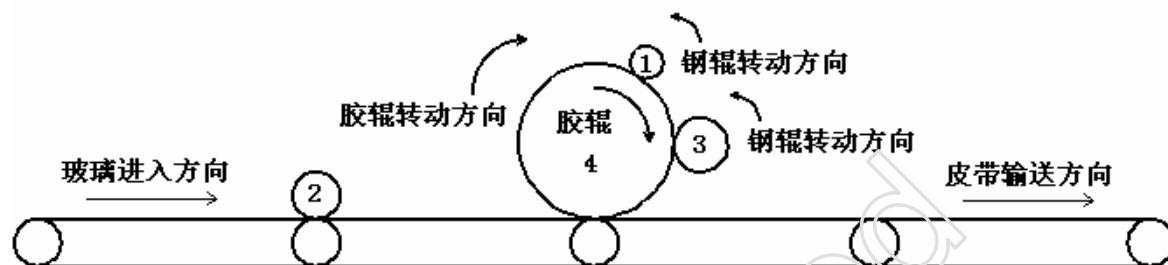


图2 辊筒涂布机工作示意图

(4) 工作原理：

AR镀膜液经蠕动泵打入1号辊和4号辊之间形成的凹槽区域，对4号涂布胶辊表面进行给料操作，多余的镀膜液沿凹槽两端流出，并回收循环使用；

调整1号辊和4号辊之间的距离，保证工作状态下，3号辊和4号辊之间始终有一定量的镀膜液残余，并沿凹槽两端流出；

调整3号辊和4号辊之间的距离，来控制镀膜液的涂布量；

调整4号辊与玻璃之间的压力，使4号辊工作表面在与玻璃表面接触后，附着的镀膜液大部分被涂布到玻璃表面，肉眼观察与非工作表面有明显的分界线；

调整4号辊两端的压力（高度），使玻璃表面各处涂布的镀膜液厚度均匀一致。

4 AR镀膜光伏玻璃的性能指标

AR镀膜光伏玻璃产品，不仅只对减反射效果有要求，另外为适应光伏组件在户外至少25年以上的使用要求，还必须具备良好的耐候性、耐腐蚀性、强度等。根据实验，具体各项指标设定如下：

1.1 透光率增加指标：按GB/T 2680-94《建筑玻璃可见光透射比 太阳光 直接透射比 太阳能总透射比 紫外线透射比及 有关窗玻璃参数的测定》执行，透光率在光伏玻璃原来的基础上增加2.5%。

1.2 膜层硬度：按GB/T 6739-2006《色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度》执行，硬度 $\geq 4H$ 。

1.3 附着力：按GB/T 9286-1998《色漆和清漆 漆膜的划格试验》执行，附着力达到0级。

1.4 耐酸、碱性：按GB/T 18915.1-2002《镀膜玻璃 第1部分 阳光控制镀膜玻璃》执行，膜层无明显变化。

1.5 耐模拟气候试验：按GB/T 5137.3-2002《耐辐照、高温、潮湿、燃烧和耐模拟气候试验方法》执行，膜层无明显变化，透光率变化不超过1%。

1.6 膜层均匀度：AR镀膜光伏玻璃版面各处透光率偏差不大于0.5%。

5 AR镀膜质量的在线监测

为保证产品质量的一致性，上述4.1条与4.6条应作为AR镀膜光伏玻璃的在线检测项目，首先在整条生产线上片端设置一台透光率检测设备，按常规玻璃宽度约在700mm~900mm，分别在中间与中间两边各300mm处设置检测点，对每片玻璃循环检测并折算平均数，同样在下片段也设置一台透光率

检测设备，两端设备进行数据采集并入设备的工控系统，通过打码机对平均透光率增加达不到要求的玻璃进行标识，在进入钢化炉前移出，清洗后仍可作为普通光伏玻璃原片使用。

6 结语

综上所述，因辊涂法生产的AR镀膜光伏玻璃，加工效率高、成本低，工艺实现简便、易于掌握，镀膜质量较高，随着对AR镀膜工艺研究的深入，已逐步取代了提拉法、喷涂法、磁控溅射等工艺并占据了主导地位。在未来，因可再生能源的广泛使用、低碳发展理念的推广和光伏行业的巨大发展潜力，AR镀膜光伏玻璃将随着工艺的成熟逐步取代传统的普通光伏玻璃成为晶硅光伏组件的必选材料之一，而辊涂法在AR镀膜光伏玻璃实现过程中的引入，对AR镀膜光伏玻璃的推广具有极大的推动作用。

作者简介

王德标，1981年11月出生，男，籍贯江苏省建湖县，2003年毕业于陕西科技大学材料学院，学士学位，现任和合科技集团有限公司产品开发部副部长。单位：和合科技集团有限公司，通讯地址：中国杭州萧山区党山镇世安桥村，邮政编码：311245。

夏卫文，1969年2月出生，男，籍贯湖北省天门市，1991年毕业于武汉理工大学，高级工程师，《玻璃》杂志编委会副主任委员，全国民用装饰镜标准化技术委员会（TC316）秘书长，现任和合科技集团有限公司技术中心副主任。单位：和合科技集团有限公司，通讯地址：中国杭州萧山区党山镇世安桥村，邮政编码：311245。