

# 常州亚玛顿节能减排改造项目简介

## 一、南厂区钢化生产线节能改造项目

原有钢化炉加热区为 22m，每台设备对应 1 台磨边机，生产效率低。技术改造后，将钢化炉加热区为 46m，配备 3 台磨边机，在部分磨边机出现故障时，钢化炉仍可正常运行，减少了开停能耗，生产效率高，节能效果明显。



改造前



改造后

## 二、大尺寸光伏镀膜玻璃生产线技术改造项目

### 1、钢化炉改造

技术改造前，公司南厂区配置 10 条生产线，主要为水平式钢化炉；北厂区配备 5 条李赛克线，东东厂区配备 5 条李赛克线，主要为气浮式钢化炉。由于近 2 年企业产品结构的调整，主要为大尺寸、超薄、全钢化镀膜玻璃，李赛克线生产的产品较少，主要生产线为南厂区 10 条水平式钢化炉生产线。目前南厂区水平式钢化炉生产线配备的钢化炉炉体经长时间运行后，保温效果较差；加热及控制系统老化，不能满足特斯拉等大客户的钢化需求，且能耗大，生产效率较低；风冷系统负荷变化大，采用定频电机，电耗大。

公司根据长期探索，对南厂区现钢化生产线进行改造，本次改造项目将其中的 6 条线改造为现有的 3 条生产线（本次改造的生产线为 1 号线、5 号线、21 号线），将 2 条装机总功率 2000kW、产量为 2200 片/天的原有生产线改造为 1 条装机总功率 3000kW、产量为 7000 片/天的生产线，改造后装机总功率下降 25%，产品产量提高 30%，大幅降低了单位产品电耗。

水平式钢化炉节能改造如下：

（1）由于玻璃板面增大，且进炉速度加快，炉体辊道需全部磨削，以免擦伤玻璃，提升了产品的成品率；

(2) 更新上下部炉体，包括增加和更换上下部炉丝、热电偶，更新吊挂和瓷件等，调整炉丝功率配置和吊挂距离，增加上部保温棉等，减少保温热损失 5%；

(3) 加热由 380V 改为 220V，增加炉丝及热电偶控制点和相应控制系统、模块等，以便上、下加热均匀可控，减少废品的产生；

(4) 前 25 米部炉体上、下部增加智能对流系统，辅助提高产能，消除白雾和改善平整度，提高了生产效率；

(5) 上片区，加热炉体、风栅冷却段减速机；下部辐射板增大扩散面积，以提高下部加热能力；

(6) 急冷风栅更换或在现有的基础上进行加固优化，以满足高风压及薄板冷却的技术要求；

(7) 将企业 2 台 250kW 风机改造为 1 台高效 400kW 变频风机，风机能耗降低 25%；

(8) 高压急冷风栅集风箱及风路重新设计和更换；

(10) 触屏、加热和动作及 PLC 程序重新设计和更新；

(11) 更换全部加热线及热电偶线；

(12) 风栅压力及流量增大，满足钢化后 2.5MM 玻璃颗粒度 40 粒及以上，整体弓形小于 0.2%，波形小于等于 0.3MM/300MM。

因此，对现有生产线钢化炉进行节能改造，可大幅降低钢化炉单位产品能耗，具有很好的节能效果。

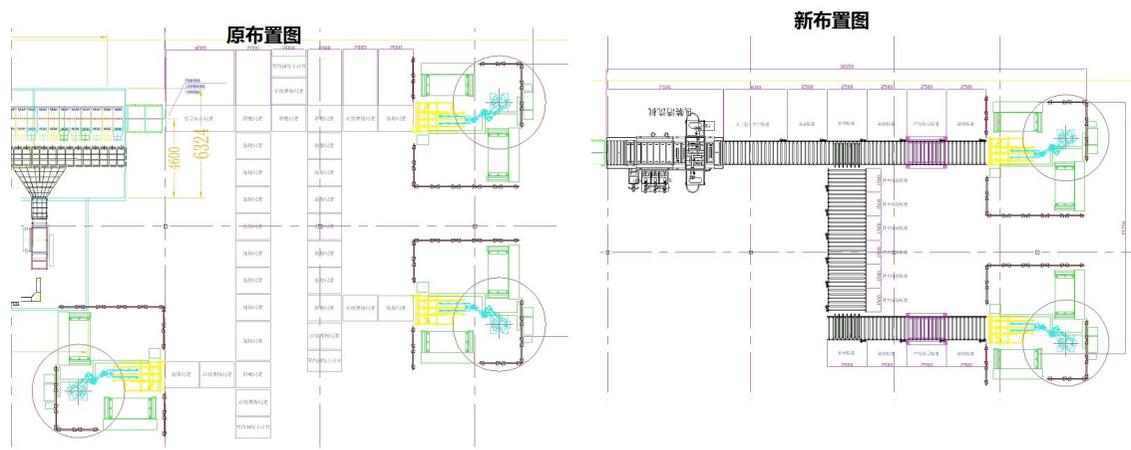
## 2、原料输送系统节能改造

技术改造前，原料输送系统为单辊道运行，原料输送效率差，已经不适宜钢化炉改造后的原料输送要求，严重影响了生产效率，因此本次项目节能改造如下：

- (1) 优化三合一段输送辊道，提升生产效率；
- (2) 原竖向输送辊道长度均为 2000mm，双侧分别加长 250mm（一个输送辊），改造后输送辊道长度为 2500mm；
- (3) 主线改造减少两段衔接辊道（ $2 \times 2000\text{mm} = 4000\text{mm}$ ），三合一段线体长度保持不变（镀膜固化炉至钢化炉位置不变）；
- (4) 原布置图含 35 台设备，改造后新布置图含 32 台设备；
- (5) 减速排片辊道改造为 4000mm 长，三驱动排片功能，此段增加安装对中定位装置；
- (6) 移载设备横向移载单元重新制作，原结构故障率较高、稳定性差；线控程序及人机界面重新编制并调试。



×1200mm 规格玻璃定位下片；机器人夹具新制，满足最大 2300mm×1200mm 规格玻璃定位下片。



#### 4、空压机节能改造

#### 能改造

技术改造前，公司采用的空压机主要为定频空压机，且运行了 10 余年以上，其运行效率下降明显，单位产品能耗较高。

技术改造后，对原有 1 台 110kW、2 台 75kW 的空压机进行节能改造，采用变频螺杆空压机，该空气压缩机采用两级压缩来提高压缩机的能效，其能效的提高基于下列的两个主要原因：一是每一级压比的降低，提高了容积效率，降低了每一级的内外泄露；二是在油气混合物在一级排气进入二级吸气之前，可充分混合，起到级间冷却的作用，这一较为充分混合的油气混合物进入压缩机的第二级进行压缩，也使得第二级的压缩过程更为接近等温过程，提高了压缩机的能效。

根据同类型项目（衢州氟化学有限公司压缩机系统改造、青岛双星轮胎工业有限公司压缩空气系统节能改造）节能效果，节电率 $\geq 25\%$ ，节电效果明显。

因此，技改后提升了主要耗能设备水平式钢化炉的加热、保温效果，提高了原料输送、产品生产的生产效率，减少废品的产生，降低了单位产品能耗，节能效果显著。

### 三、大尺寸、高功率超薄光伏玻璃智能化深加工技改项目

本项目围绕大尺寸高功率超薄光伏玻璃智能深加工的生产要求，结合已掌握的大尺寸超薄玻璃精密加工技术、气浮式物理钢化技术等核心技术，开展气浮式物理钢化炉等设备绿色改造、超薄玻璃生产工艺优化改进、质量在线监测与智能生产管控系统开发等，突破大尺寸玻璃制造中的高平整度、高强度及高良品率等制造难点，实现超薄光伏玻璃产品（厚度 $\leq 2\text{mm}$ 、宽幅 1128-1300mm、94%高透光率）批量生产，有效保证光伏组件功率瓦值提高 3%以上。

#### （1）气浮式物理钢化炉改造升级

针对大尺寸超薄玻璃产品特点与工艺需求，改造现有气浮式物理钢化炉，满足宽幅 1128-1300mm 的超薄玻璃批量化稳定生产。研究气浮式物理钢化炉加热段循环气路和气浮导轨，设计和改良喷嘴系统和余热回收系统，有效改善超薄玻璃的表面质量和平整度；优化炉体内急冷段风路系统，改造射流风栅，有效增强超薄玻璃的强度，从而实现超薄基板生产能力大幅增加、生产质量不断提升的同时，产品钢化处理过程的能耗降低 15%以上。

具体改造如下：

循环气路和气浮导轨：基于 COMSOL 热流固耦合仿真，结合试验研究钢化炉内玻璃振动特性，优化带有“喇叭口”和狭长加热通道的循环加热气路，设计具有承载力和动态刚度的连续气浮导轨，确保软化玻璃基板在传输过程中的漂浮稳定性和高精度控制。

喷嘴系统：在小间距射流换热技术基础上，改善射流喷嘴的结构设计参数和布局形式，确保玻璃在长度和宽度方向的换热均匀性，避免形变、卷边、凸起等缺陷，从而获得优质的表面质量。

余热回收系统：采用产线废水和物理钢化炉风机进风低温相结合方式，有效地进行废水处理再利用，为钢化炉提供了非常良好的工况，使生产能耗得到大幅度降低。

急冷段风路系统：改造射流风栅，更换高压急冷风栅的风刀、设计多出口风路，实现超薄玻璃极短时间内迅速均匀冷却，提升玻璃强度。

智能可控气氛系统：对气氛调控系统进行全面改造，实现智能可控气氛加热系统。

## （2）超薄玻璃生产工艺技术持续优化

超薄玻璃精密加工技术优化：研发成套全自动精密加工工艺技术与生产设备，配合激光打孔技术，使大尺寸超薄低反射玻璃在大规模精密加工生产的时间由每片 5 分钟降至每片 2 分钟，产品良品率达到 95%。同时，优化改进玻璃表面抛光工序，解决大尺寸超薄玻璃表面缺陷问题，进一步提高超薄玻璃钢化后的耐冲击能力，并提升玻璃的透光能力。

超薄玻璃物理钢化技术优化：优化物理钢化中的温度场和阵列射流场，通过研究并改变炉内冷却点的排布方式、射流风压和玻璃运动速率等参数优化物理钢化工艺参数，改善超薄玻璃钢化应力调控难的问题，实现厚度 $\leq 1.6$  mm 超

薄物理钢化玻璃稳定批量生产，并使超薄玻璃的强度及平整度能获得突破性改善，无微波纹。

超薄玻璃多功能镀膜技术优化：进一步优化镀膜工序，在溶胶的制备、成型、老化、干燥、脱水、致密化过程中，通过控制和调整溶剂用量、陈化时间、保温时间及温度等因素合成均匀致密的薄膜。以含高化学活性组分的化合物为前驱体，在液相下将这些原料均匀混合，并进行水解、缩合反应，在溶液中形成稳定的透明溶胶体系，通过涂覆工艺在玻璃基板上得到减反射膜的湿膜。然后在钢化炉内进行烧结，将液相蒸发、使溶质发生化学反应，最终在大尺寸玻璃表面形成多孔结构的二氧化硅减反射薄膜。

### （3）智能生产管控系统开发

产品质量监测与管控系统：充分分析原材料数据、各工艺参数和最终产品成品率的定量化关系，构建影响超薄玻璃质量问题的关键因素，建立超薄玻璃生产过程的质量体系。开发超薄玻璃质量监测与管控系统，结合质量体系，以及光学自动测量仪、盖板玻璃缺陷测试仪等仪器，实现产品质量生产过程在线实时自动检测，自动识别产品表面各类缺陷（如斑点、凹坑、晶点、污点、划伤等），并对缺陷形状进行自动分类，缺陷位置在系统直观显示，配合打标系统可对产品缺陷位置进行标记，每批次产品质量信息进行存储。

智能生产和调度管控系统：基于大尺寸、高功率超薄光伏玻璃产品特点与工艺特性，定制化开发智能生产和调度管控系统。通过开展生产超薄光伏玻璃产线的智能化改造与优化，综合运用多种智能设备和传感装置、机器视觉、自

动物流系统、可视化数字产线管理与大数据分析应用技术等，围绕产品生产动态质量管控和效率提升，建设产品生产进度智能管控调度、全流程质量数据在线采集模块，形成产品生产全流程的信息数据可追溯，同时，通过研究设计部署路径优化引擎组建等方式，实现产品制造过程进度智能化调度管控。

**智慧能源管控系统：**通过建立一个全局性的能耗设备、能耗数据实时监控与信息管理系统，实现对生产设备、产线及车间能耗的实时监控、能效对标和可视化快速分析，对电、水、气故障快速报警及智能化决策；通过能耗集中管理和对标分析产品生产过程中节能降耗的潜力点，提高能源利用效率，实现节能减排、能源监测与管理。实时监控企业电能，控制浪费，达到节能减排、再创造效益的目的，促进企业管理水平提高，运营成本降低。



项目改造现场

