

附件 2:

# 平板玻璃行业数字化转型技术指南

建筑材料工业信息中心

2024 年 9 月

## 课题组

组长：江 源

成员：韩冬阳 胡雅涵 谭东杰 寇贞贞  
袁英敏 李安朋 孙泽华 叶凌滔  
杨沛强 崔家玮 王德民 张钦林  
梁序舵 张继刚 王晓立 吴 坤  
刘 群 范国欣 臧德水 管青龙  
余昊臣 陈天科 刘宝林 谭继珍  
付威威 陈昭翰 林荣茂 陈凌涵  
陆敏强 贾立彬 王 超 潘 弘  
吴华亭 刘 海 何崇光 仲玉爽  
王 永 曹 国 张明杰 毕立陈  
王启峰

## 专家组

蒋白桦 于美梅 朱恺真  
朱毅明 邢宝山 贾朝心

# 前 言

本课题为工业和信息化部原材料工业司委托的专题研究项目，由建筑材料工业信息中心牵头组织成立了“建材行业数字化转型‘解剖麻雀’专题研究课题组”，成员涵盖科研院所、行业协会的专家学者及试点企业相关人员。

为做好专题研究工作，在工业和信息化部原材料工业司的指导下，课题组赴河南省中联玻璃有限责任公司、绍兴旗滨玻璃有限公司、山东金晶科技股份有限公司开展调研。通过实地考察、座谈交流等方式，课题组分为管理数字化和工艺数字化两组，从不同维度对企业数字化转型及数字技术应用情况进行了详细调研，了解了企业转型难点、薄弱点与政策需求，研判了试点企业数字化转型潜力，并就下一步技术改造方向提出建议，最终形成了平板玻璃行业数字化转型技术指南。

本项目参与单位及人员：

建筑材料工业信息中心：江源、韩冬阳、胡雅涵、谭东杰、寇贞贞、袁英敏、孙愚、李安朋、孙泽华、叶凌滔。

凯盛科技集团有限公司：邢宝山、贾朝心、杨沛强、崔家玮。

金晶（集团）有限公司：王德民、张钦林、梁序舵。

旗滨集团：张继刚、王晓立。

耀华集团：吴坤。

河南省中联玻璃有限责任公司：范国欣、臧德水、管青龙、余昊臣、陈天科、刘宝林、谭继珍、付威威、陈昭翰。

绍兴旗滨玻璃有限公司：林荣茂、陈凌涵、陆敏强、贾立彬。

山东金晶科技股份有限公司：王超、潘弘、吴华亭、刘海、何崇光、仲玉爽、王永、曹国、张明杰、毕立陈、王启峰。

中控技术股份有限公司：刘群。

本指南得到了国家智能制造专家委员会委员蒋白桦、于美梅、朱恺真、朱毅明等专家的指导和帮助。工业和信息化部原材料工业司领导高度重视指南编制工作，并对专题研究工作提出要求。山东省工信厅原材料处、淄博市工信局等地方工信部门负责同志参与相关企业调研。

# 目 录

一、总体要求 .....	1
二、遵循原则 .....	1
三、现状分析 .....	2
四、主要目标 .....	2
五、平板玻璃行业数字化转型技术清单 .....	3
六、平板玻璃行业数字化转型技术路径及预期效果 .....	5
(一) 数字化基础 .....	5
(二) 数字化研发 .....	5
(三) 数字化运营 .....	5
(四) 数字化生产 .....	7
(五) 数字化供应链 .....	12
七、平板玻璃企业数字化转型技术改造提升建议 .....	12
八、未来平板玻璃企业数字化转型展望 .....	17
(一) 深化数据赋能，打造玻璃工业大脑 .....	17
(二) 基于云边协同，建设数字孪生工厂 .....	17
(三) 探索“AI+”应用，推进工艺优化变革 .....	17
(四) 创新服务模式，搭建工业互联网平台 .....	18

# 平板玻璃行业数字化转型技术指南

为深入贯彻党中央、国务院关于加快数字化发展的战略部署，落实《原材料工业数字化转型工作方案(2024-2026年)》《建材行业数字化转型实施指南》，聚焦新一代信息技术与建材行业融合发展，全面推进平板玻璃企业实施数字化转型，实现高质量发展，特制定本技术指南。

## 一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十届三中全会精神，推进新型工业化，以加快建设数字中国为统领，以高质量发展为主线，坚持企业为主体、需求为导向、创新为动力，挖掘平板玻璃行业数字化转型技改潜力，突出系统规划，聚焦转型重点，加快新理念、新技术、新模式应用，助力企业降本增效，推动建材行业整体实现转型升级，助推新质生产力发展。

## 二、遵循原则

**坚持需求导向，聚焦重点。**从企业决策管理和业务发展数字化需求出发，突出靶向施治，着力解决一批影响企业数字化转型的卡点堵点问题，以重点突破带动整体推进。

**坚持因企制宜，分类施策。**针对不同管理模式、不同数字化阶段的企业提出不同的发展方向，引导企业结合实际需

要和既有条件，精准有序推进数字化转型。

**坚持顶层推动，全局规划。**引导企业从全局高度出发，整体部署、系统谋划数字化转型，确保企业全局性、全价值链、全要素统筹和协调推进数字化转型工作。

### 三、现状分析

平板玻璃行业是我国国民经济发展的重要基础原材料产业，主要用于建筑领域、汽车行业、光伏电子行业等。近年来，国家对平板玻璃行业数字化转型的政策支持力度不断加大，鼓励平板玻璃企业进行数字化技术改造和产业升级，平板玻璃企业聚焦工艺过程，不断改进技术指标，推动行业向高端化、智能化、绿色化方向发展。

课题组选取了我国玻璃行业三大集团的3家典型平板玻璃企业，作为平板玻璃行业数字化转型“实验田”，开展“解剖麻雀”式的专题研究，选取3家企业共8条生产线，日产能覆盖600—1200吨，在平板玻璃行业具有一定的代表性、典型性，为本指南提供了重要的基础数据和数字化转型技术路径支撑。

### 四、主要目标

到2026年，平板玻璃行业数字化水平明显提升，关键工序数控化率达到60%以上，关键业务环节全面数字化比例达到50%以上，生产设备数字化率达到55%，数字化转型成熟度

3 级及以上企业达到 15%，数字化转型基础不断夯实，人工智能、大数据、5G 等新一代信息技术深化应用，新型能力建设成效显著，生产制造、经营管理数字化能力不断提升。

## 五、平板玻璃行业数字化转型技术清单

表 1 平板玻璃行业数字化转型技术清单

序号	技术名称		
1	数字化基础	网络与物联感知基础	
2		数字化集中控制室	
3		5G 技术	
4		云平台	
5	数字化研发		配方管理技术
6	数字化运营	数字化运营管控	成本精细化管控技术
7			业财一体化技术
8			风险可视化管理技术
9			数据管理技术
10		数字化安全	安全行为识别与监测技术
11		环保	环保数字化管控技术
12		数字化能碳	能源管理数字化技术
13		管理	碳排放管理平台
14	数字化	原料和配料	原料配料控制系统
15	生产	控制数字化	在线测水仪



16			物料跟踪系统
17			3D 盘库技术
18			智能上料系统
19		熔化工序数	工艺参数数据库
20		字化	熔窑热工智能控制技术
21		浮法成型工 序数字化	在线测厚仪
22			锡槽摄像系统
23			锡槽热工智能控制系统
24		退火工序数	退火窑智能控制系统
25		字化	拉引量反馈控制系统
26		冷端控制数 字化	在线缺陷检测技术
27			优化切割系统
28		进出厂物流	地磅无人值守技术
29		数字化	智能仓储技术
30		设备管理数 字化	设备全生命周期管理技术
31			设备预测性维护技术
32		质量管理数 字化	全过程质量管理与追溯技术
33	数字化供应链		产供销存协同管控技术
34			电子采购平台

## 六、平板玻璃行业数字化转型技术路径及预期效果

### （一）数字化基础

技术路径：（1）网络与物联感知基础：持续优化升级企业网络基础、物联感知基础，强化数据采集能力。（2）数字化集中控制室：建设集中控制室，进行生产线生产控制、安全视频监控、脱硫脱硝集中控制，中控室建有显示大屏，为智能工厂可视化提供显示终端。（3）5G 技术：使用 5G 网络，划分专属 DNN 切片隔离，保障数据安全，依托 5G 大带宽、低时延特性，实现数据高速传输功能。（4）云平台：推进各业务系统上云、设备上云，进行集中管控与模型训练。

预期效果：企业数字底座不断夯实，综合管控能力提升，数据资源得到充分利用，云化基础设施打造数字基石。

### （二）数字化研发

技术路径：配方管理作为精细化研发的核心，系统通过加密实现配方的计算及导入导出，配料工段通过调整数据、调整料方，配方可追踪、可回溯。

预期效果：通过数字化手段确保配方研发的高效、保密、安全。

### （三）数字化运营

#### 1. 数字化运营管控

技术路径：（1）成本精细化管理技术：构建全面的成本绩效管理思维，执行日成本管控，将成本精细化管理细化到

每条产线、每种产品。(2)业财一体化技术：统一核算方式，统一物料编码，将主要业务与财务过程有机连接，实现客户、合同、采购、计划、调度、发运的数字化管理，实现物流、信息流与资金流的有效整合，实现业财一体化管理。(3)风险可视化管理技术：通过动态风险四色图、隐患分布图等可视化手段及信息化工具，实现生产现场安全风险隐患动态管理的直观展现。将风险的变化重大危险源报警、人员行为异常、作业异常、环境异常等信息关联，使得风险四色图能够准确体现当前厂区风险水平。(4)数据管理技术：基于数据湖仓技术、工业 AI 大模型等，完成数据采集、数据处理、数据分析、数据呈现的可视化、即时化，充分挖掘、利用数据价值，推动数据赋能智能决策。

预期效果：提高企业运营管理效率，改造原有业务流程，提高工作效率，降低成本和风险水平。

## 2. 数字化安全环保

技术路径：(1)安全行为识别与监测技术：利用前端固定摄像机，通过后端智能分析，实现人员脱岗睡岗、劳保着装不规范、违规闯入首先区域、人员聚集、明火烟雾等违规行为、异常行为识别、报警和记录，对重大安全隐患区域，监控实时捕捉。(2)环保数字化管控技术：对平板玻璃生产现场环境数据进行采集、传输、统计分析与预警，通过 OPC 和网络协议分别传输至数据集采平台和环保局网络系统，实现环保数据的实时受控。

预期效果：系统代替传统的人工监控，节省大量人力资源，保障安全生产，大幅提升环保管控水平。

### 3. 数字化能碳管理

技术路径：（1）能源管理数字化技术：通过安装智能仪表和传感器，实时采集电力、燃气、水等各类能源的数据，并传输至数据中台进行处理和分析。通过挖掘数据可以预测能源需求、能耗异常等情况，并及时发出警报。根据能源消耗的实际情况和预测结果，制定合理的能源调度策略。（2）碳排放管理平台：搭建碳排放管理平台，实现产品全生命周期碳足迹核算监控、碳管理，以及减碳控碳策略制定。

预期效果：通过对能源供应和需求进行优化匹配，实现能源的高效利用，实现系统性节能降耗，碳排放浓度及总量得到有效控制。

## （四）数字化生产

### 1. 原料和配料控制数字化技术

技术路径：（1）原料配料控制系统：利用原料配料控制系统实现原料配料、混料、输送、窑头布料全流程无人值守，操作工在窑头中控室电脑操作配料和布料；在称量配料控制室、窑头中控室分别设操作电脑，均可完成配料所有操作。

（2）在线测水仪：采用微波测水，配方中的湿剂量可以自动进行换算。（3）物料跟踪系统：针对原料管理，自动为每批物料生成二维码或条形码，通过移动终端扫描即可获得原料

名称、厂家、使用数量、生产线、库存量、使用天数等信息，掌握原料实际库存和使用量，实现原料的精细化管控，同时便于技术质量部取样化验，并为采购高效化管理提供指导。

(4) 3D 盘库技术：针对盘库环节，在料仓内安装激光探测雷达、料位计等设备，对料仓内物料进行扫描，形成 3D 全息影像，并对料仓储量实时在线监测，实现料面可视化、数据分布式存储和远程监控，减小测量数据与实际库存量之间的差异。(5) 智能上料系统：针对上料环节，由系统判定拟上料原料名称及重量是否与预定值匹配，并将上料命令发送至相应设备，避免认为失误导致的上错料情况发生。

预期效果：系统的应用减少了生产线的员工总数，降低生产成本，增加生产效率，提高了生产质量。

## 2. 熔化工序数字化技术

技术路径：(1) 工艺参数数据库：对历史数据进行分析，针对不同拉引量、不同产品缺陷制定不同工艺参数标准，寻找最优工艺参数。(2) 熔窑热工智能控制技术：提高熔化全工序工艺参数自动采集，融合应用仿真技术模拟熔窑内温度场、玻璃液对流等，借助产品质量在线自动检测数据智能分析平台，形成熔化工艺参数与成品质量间智能闭环控制，建成具有自诊断、自优化功能的智慧熔窑。

预期效果：通过标准化控制，对温度、窑压、液面、泡界线等关键工艺参数进行分级管理，对指标的控制要求、工

艺变更的流程进行严格管理，确保熔化过程的稳定和智能化调整。

### 3. 浮法成型数字化技术

技术路径：（1）在线测厚仪：快速及时对玻璃的温度、厚度、板宽、厚薄差、拉引量等数据进行测量。当检测到产品厚度超标时，操作人员及时调整工艺参数。（2）锡槽摄像系统：采用内窥式高温电视监控系统与外窥式高温电视监控系统相结合的设计模式，具有对玻璃带在锡槽内部的相对位置、拉边机运行情况等生产过程进行实时监控的功能，直接从中央控制室根据摄像系统所显示的锡槽玻璃带工况操作推棒和导向板，确保生产运行稳定。（3）锡槽热工智能控制系统：根据产品规格要求及拉引量数据，通过人工智能算法设定拉边机转速、角度、位置和咬合深度等参数，并通过数字潜望镜采集拉边机机头位置图像，运用图像处理技术在线识别玻璃板边、压印等数据，实时反馈拉边机拉引状态，实现动态反馈调节。

预期效果：提高生产效率、降低成本、提升产品质量。

### 4. 退火工序数字化技术

技术路径：（1）退火窑智能控制系统：能够及时检出热平衡状态的参数变化：温度、速度、板宽和厚度。根据专家库自主给出不同的温度制度的设定和不同的控制策略。（2）拉引量反馈控制系统：将系统采集的数据反馈至上游锡槽热工智能控制系统，稳定拉引量。

预期效果：及时准确可靠地获得温度、速度、板宽和厚度等数据，实现退火窑热工的智能控制。

## 5. 冷端控制数字化技术

技术路径：（1）在线缺陷检测技术：通过视觉检测系统实时高速对玻璃熔化及成型过程中滴落物、气泡、玻筋、光畸变等缺陷的自动在线监测，并对小缺陷进行分类。（2）优化切割系统：基于优化算法，配合缺陷在线检测系统，能够根据玻璃板材的尺寸和要求进行准确的优化排版，最大限度减少切割浪费。

预期效果：系统的应用提升了切割精度、保证产品质量的同时提高了产量。

## 6. 进出厂物流数字化技术

技术路径：（1）地磅无人值守技术：系统自动采集毛重、皮重信息、车辆称重图片、自动统计净重、自动进行打印，实现数据和图片的实时监控，磅单的查询可以关联图像信息，并实现原材料从入库到出库的自动统计和分析，磅秤全流程无人一卡通式管理。（2）智能仓储技术：结合 5G 技术、AGV 等智能物流装备，实现货位精准定位、自动出入库等收货、上架、拣货、移库、补货、发货过程的智能化。

预期效果：有效减少 90% 的人工操作，平均每单业务流程时间缩短 70%，综合效率提升 60%。

## 7. 设备管理数字化技术

技术路径：（1）设备全生命周期管理技术：实现数据采集、设备状态实时监测、故障预测、维修保养、设备健康预警等功能，运用“物联网+算法模型”建立设备数字孪生，根据设备的运行状态、保养维护记录等对关键重要设备定期自检、自动评估、实时预警。（2）设备预测性维护技术：以工厂生产设备维修记录为数据源，建立设备维修知识图谱，基于设备运行数据和知识图谱进行问题定位与维修操作指导、维修任务规划、生成自适应维修方案。基于工业大数据，不断迭代优化故障诊断算法，优化设备预测性维护系统。

预期效果：实现了设备的全生命周期智能化管理，提高设备的使用效能和生产效率。

## 8. 质量管理数字化技术

技术路径：全过程质量管理与追溯技术通过建立产品质量标识，为每张玻璃建立“身份证”，实现产品的一体化跟踪，实现从生产过程到客户手中全过程的质量追溯。每班产品质量记录数据进行系统存档，产品经过在线检测系统判别缺陷依据大小进行对缺陷分级，切割系统依据质量标准进行落板分级判等，客户经系统反馈质量问题后，查找生产记录并现场抽检初步分析判断。

预期效果：实现产品质量的全过程管理与可追溯。



## （五）数字化供应链

技术路径：（1）产供销存协同管控技术：通过生产管理系统实现产品条码化管理模式下的“一品一码”，使产品拥有唯一的身份标示，通过条码将产品原材料投料、生产工艺指标、生产组织过程、产品质量、产品包装、产成品储运、客户行为以及财务信息全部集成起来。（2）电子采购平台：包括供应商管理、招议标管理、竞价管理、合同档案管理、交易数据、对账与结算等，解决采购管理制度落地，规范了采购业务和提升采购效率。

预期效果：实现订单、运输、库存、生产进度等数据互通共享，保证物资专用，提高生产效率，降低企业生产和运营成本。

## 七、平板玻璃企业数字化转型技术改造提升建议

本指南基于试点企业调研分析提出数字化转型技术方案，各企业可根据其数字化水平的差异进行个性化的选择，以达到数字化转型的目标。指南中列举的数字化转型技术方案仅为基础建议方案，企业在实际应用中可根据具体情况选择使用。

按照企业数字化转型能力的不同，分为一级、二级、三级，对于一级企业，其数字化转型尚处起步阶段，其数字化技术改造重点在于数字化基础的夯实、重点场景的数字化赋能；对于二级企业，已经具备了一定的数字化基础，其数字

化技术改造重点在于全业务流程数字化管理的畅通和先进数字化技术的应用；对于三级企业，此类企业一般已建立了智能工厂、实现了全业务流程的数字化，其数字化技术改造重点则在于新一代信息技术的多场景深化赋能、引领性数字化技术难点突破和模式创新。

表 2 不同数字化水平企业采取的技术措施

序号	技术名称		一级	二级	三级	
1	数字化基础		网络与物联感知基础	√	√	√
2			数字化集中控制室	√	√	√
3			5G 技术		√	√
4			云平台		√	√
5	数字化研发		配方管理技术	√	√	√
6	数字化运营	数字化运营管控	成本精细化管控技术	√	√	√
7			业财一体化技术	√	√	√
8			风险可视化管理技术		√	√
9			数据管理技术			√
10		数字化安全环保	安全行为识别与监测技术	√	√	√
11			环保数字化管控技术	√	√	√

12		数字化能碳管理	能源管理数字化技术	√	√	√	
13			碳排放管理平台			√	
14	数字化生产	原料和配料控制 数字化	原料配料控制系统	√	√	√	
15			在线测水仪	√	√	√	
16			物料跟踪系统		√	√	
17			3D 盘库技术		√	√	
18			智能上料系统	√	√	√	
19			熔化工序数字化	工艺参数数据库		√	√
20		熔窑热工智能控制技术		√	√	√	
21		浮法成型工序数 字化	在线测厚仪	√	√	√	
22			锡槽摄像系统	√	√	√	
23			锡槽热工智能控制系统		√	√	
24			退火工序数字化	退火窑智能控制系统	√	√	√

25			拉引量反馈控制系统	√	√	√
26		冷端控制数字化	在线缺陷检测技术	√	√	√
27			优化切割系统	√	√	√
28		进出厂物流数字化	地磅无人值守技术	√	√	√
29			智能仓储技术		√	√
30		设备管理数字化	设备全生命周期管理技术		√	√
31			设备预测性维护技术		√	√
32		质量管理数字化	全过程质量管理与追溯技术		√	√
33	数字化供应链		产供销存协同管控技术		√	√
34			电子采购平台		√	√

## 八、未来平板玻璃企业数字化转型展望

### （一）深化数据赋能，打造玻璃工业大脑

平板玻璃企业就生产过程、节能降耗、环保安全、技术与工艺优化、管理提升、供应链协同等各个环节，对各项数据进行开发利用，深挖数据价值，打造各业务场景小模型，进而打造玻璃工业大脑，实现数据功能由“展示型”向“穿透型”的转变。

### （二）基于云边协同，建设数字孪生工厂

平板玻璃企业以企业私有云接入行业公有云的云边协同为基本架构理念，基于数字孪生应用，运用沉淀的工厂基建期模型和数据进行玻璃工厂数字化建模，完整体现整个工厂设备的组成、产品、工艺及生产管理逻辑，构建虚拟化的数字工厂，为生产执行、模拟仿真奠定基础。

### （三）探索“AI+”应用，推进工艺优化变革

平板玻璃企业联合有关科研院所、系统解决方案供应商将工业机理模型与智能算法相结合，探索 AI+平板玻璃工业场景的智慧应用，通过对复杂的物理化学过程进行模拟和优化，将人工经验固化为模型等方式，形成可规模化复制的资产，实现系统自动调整，协助企业优化决策和智能控制。

#### **（四）创新服务模式，搭建工业互联网平台**

平板玻璃龙头企业通过构建“智能单元-智能工厂-智能平台”的架构体系，打造工业互联网平台，创新“平台+解决方案”赋能模式，服务产业链上下游企业，为平板玻璃行业企业数字化转型和高质量发展，提供一站式、平台化的数字化解决方案与服务，加速平板玻璃工业由“流程制造”向“流程智造”转变。