

《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》

编制说明

标准编制组
二零二四年一月

《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》标准编制说明

一、标准工作概况

1.1 制定工作必要性

建筑陶瓷行业经历了 40 多年的发展，其生产线装备已基本实现机械化、自动化，但数字化水平较差。与主要发达国家智能制造战略，如德国工业 4.0、美国智能制造路线图、日本制造业白皮书^[1]提出的目标更是有较大差距。2015 年国务院印发《中国制造 2025》，全面部署制造强国战略，以加快新一代信息技术与制造业融合为主线^[2]，国家行动纲领指导企业转型升级。

其中，智能制造作为主攻方向，目的在于将互联网技术与制造业深度融合，在各领域试点推广智能工厂、数字化车间、工业机器人等技术和装备的应用。新一轮的工业革命 4.0 已然成为世界各国角逐未来工业的核心，它融合物联网设备（IoT）、人工智能（AI）和网络物理系统（CPS）驱动智能基础设施优化生产流程，提高生产力^[3]。在当下人工成本上涨、职业卫生标准趋严、柔性化生产愈发重要的当下，建筑陶瓷工厂走向数字智能的脚步已不得不加快。

1.2 智能工厂要求与特点

在国家标准 GB/T 41255《智能工厂通用技术要求》中，对智能工厂的设计、管理、生产、物流等做了说明。一般认为智能工厂是：“在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和 服务，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂^[4]。”

智能工厂的 3 个基本要素是数字化、网络化、智能化。该标准认为，智能工厂的关键技术包括智能设计、智能生产、智能管理、智能物流、集成优化等技术，同时还应考虑建设规划、智能服务、安全要求。在智能工厂的建设中，数据信息被认为是连接各个模块的关键，通过搭建数字化描述和数字化模型，共用相同的数字协议，使得各生产流程中的信息都能够及时有效地传输并反馈，从而保证整个智能工厂高效运转，见图 1、2、3。

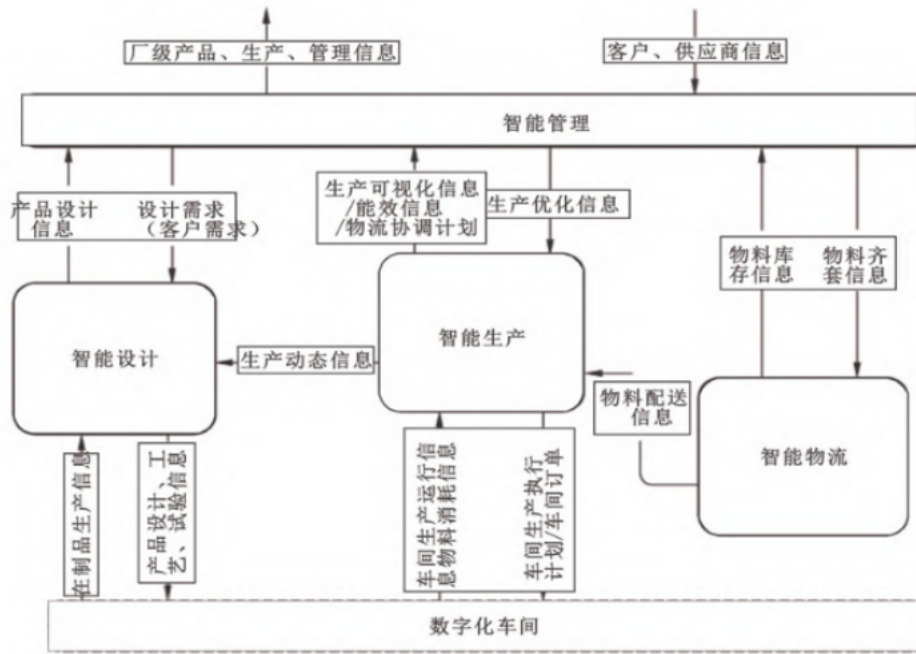


图1 智能工厂关键技术和数据流示意图

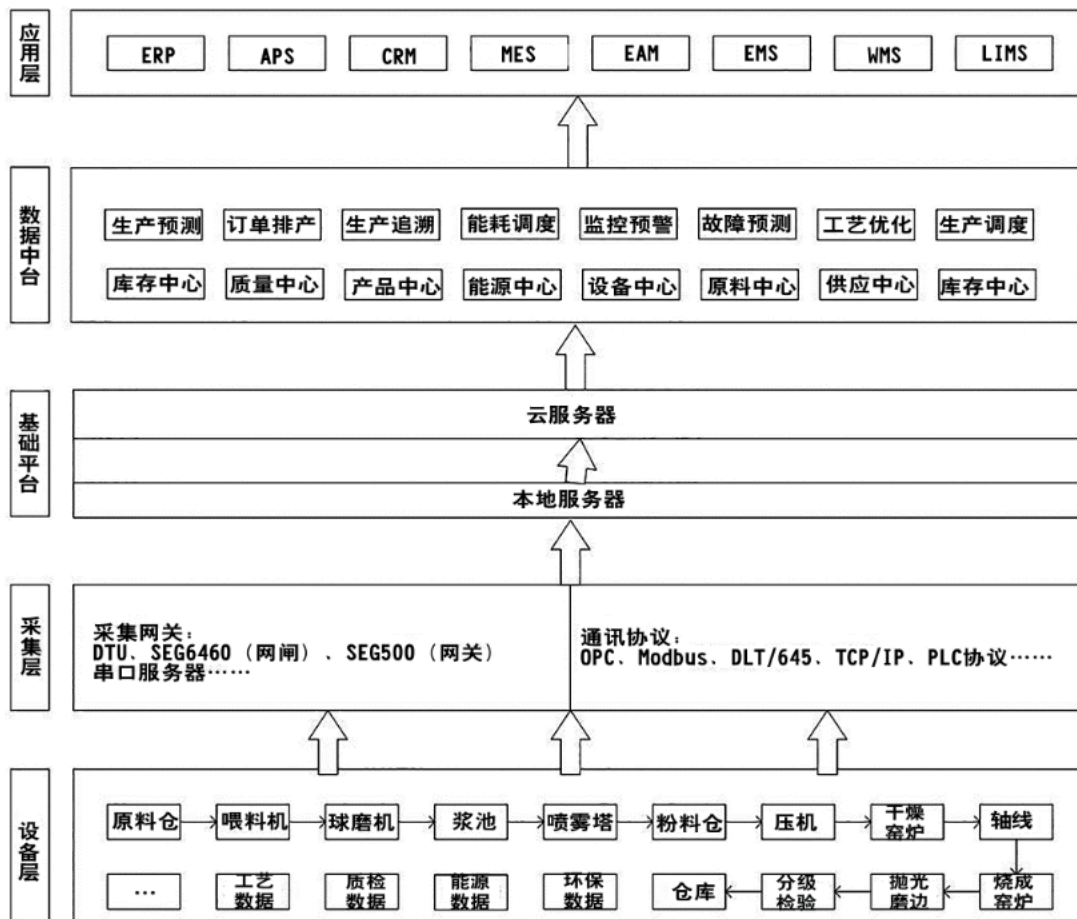


图2 数据采集系统架构图

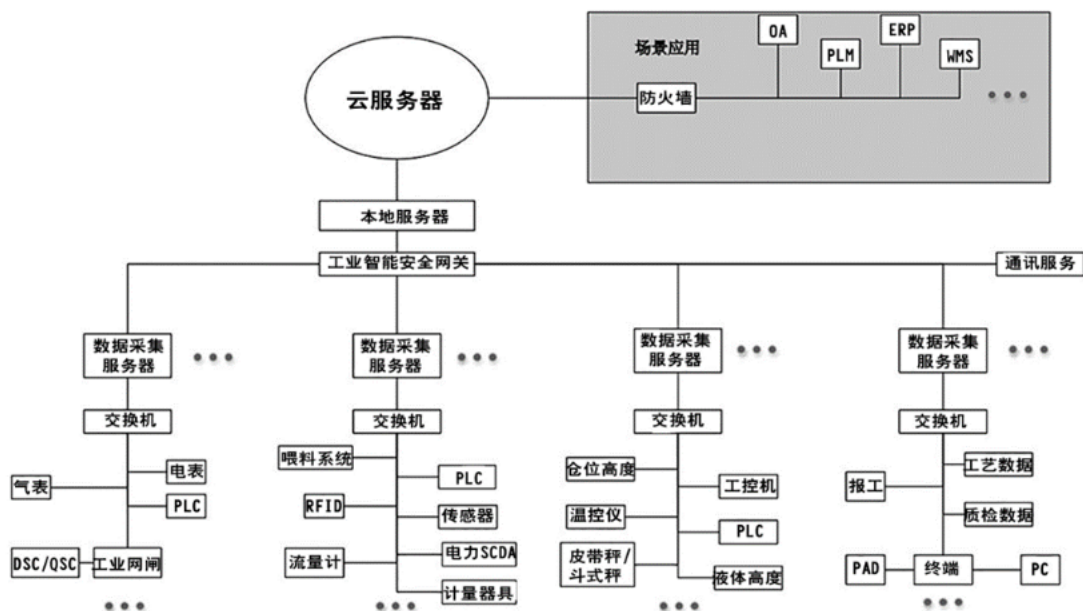


图3 建筑陶瓷数据化流程图

1.3 任务来源

根据中建材联标发[2022]63号文件，本标准立项计划号为2022-86-xb.jh

1.4 起草单位

本标准由中国建筑材料联合会、广东东鹏控股股份有限公司等重点行业研究机构及相关企业负责起草编制。

二、标准编制原则和主要内容

2.1 编制原则

《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》的编写严格按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定进行编制

2.2 全面系统

结合建筑陶瓷行业的智能工厂特点，全面、系统的建立建筑陶瓷智能工厂评价体系，以期帮助企业明确智能化生产建设方向，提升企业管理水平，实现智能生产目标。《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》可用于指引企业开展智能生产建设，也可作为各相关方评价建筑陶瓷工厂智能化水平的评价依据。

三、评价要求主要内容

3.1 总则

《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》内容包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、总体要求、评价边界与范围、评价指标体系、评价方法与流程、智能工厂等级判定、评价报告共 10 部分。构建了适用于建筑陶瓷行业的智能工厂评价要求。《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》根据建筑陶瓷行业智能生产管理的现状及发展趋势，制定了定量及定性评价指标，同时参考 GB 50543《建筑卫生陶瓷工厂节能设计规范》、GB/T 37413《数字化车间术语和定义》、GB/T 38129《智能工厂安全控制要求》、GB/T 39116《智能制造能力成熟度模型》等的相关要求。制定了统一、适用的建筑陶瓷行业智能工厂评价要求。

3.2 范围

本文件规定了建筑陶瓷行业智能工厂评价的总体要求、评价边界与范围、评价指标体系、评分方法及程序、判定和评价报告。本文件适用于建筑陶瓷智能工厂的创建以及智能化水平的评价。

3.3 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 22080	信息技术安全技术信息安全管理体系要求
GB/T 22239	信息安全技网络安全等级保护基本要求
GB/T 37413	数字化车间术语和定义
GB/T 38129	智能工厂安全控制要求
GB/T 39116	智能制造能力成熟度模型
GB/T 41255	智能工厂通用技术要求
GB 50543	建筑卫生陶瓷工厂节能设计规范
GB 50560	建筑卫生陶瓷工厂设计规范

3.4 术语和定义

文件编制组对于文件正文中出现的相关术语和定义进行了界定和阐述，引用了 GB/T 37413、GB/T 38129 等标准中适用的内容，适用于《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》定义。

3.5 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI: 人工智能技术 (Artificial Intelligence)

APC: 先进过程控制系统 (Advanced Process Control)

CRM: 客户关系管理 (Customer Relationship Management)

CPS: 网络物理系统 (Cyber-Physical Systems)

DCS: 分布式控制系统 (Distributed Control System)

IoT: 物联网设备 (Internet of Things)

ERP: 企业资源计划 (Enterprise Resource Planning)

MES: 制造执行系统 (Manufacturing Execution System)

OCR: 光学字符识别 (Optical Character Recognition)

PC: 个人计算机 (Personal Computer)

SRM: 供应商关系管理 (Supplier Relationship Management)

3.6 总体要求

3.6.1 基本原则

- a) 科学性: 体现建筑陶瓷行业智能工厂核心内涵和特征, 反应行业智能化发展现状和持续改进方向。
- b) 实用性: 综合评价建筑陶瓷行业智能工厂目前的能力与水平。
- c) 系统性: 综合考虑智能工厂宏观、微观状况, 系统评价其核心要素、基础能力。
- d) 易操作性: 评价数据易于采集、统计和分析, 真实、客观反映智能工厂水平。
- e) 先进性: 跟踪智能工厂最新技术, 体现智能工厂最新技术应用。

3.6.2 基础合规性

- a) 工厂应满足 GB 50560-2010《建筑卫生陶瓷工厂设计规范》的要求。
- b) 工厂近三年 (含成立不足三年) 无较大及以上安全、环保、质量等事故。
- c) 工厂应通过智能制造数据资源公共服务平台开展智能制造能力成熟度自评, 应达到 GB/T 39116 二级及以上要求。

3.6.3 基础管理职责

- a) 工厂应设置具体的智能工厂管理机构, 负责有关智能工厂的制度建设、实施、考核及奖励工作, 建立目标责任制。
- b) 工厂应制定可量化的智能工厂创建中长期规划及年度目标、指标, 并形成文件化的实施方案。
- c) 工厂应定期为员工提供智能工厂相关知识的教育、培训。

3.7 评价边界与范围

建筑陶瓷行业智能工厂评价的管理边界为从原材料进厂到建筑陶瓷产品出厂的全过程。评价范围可界定为评价边界内的全部或指定的部分单元。

3.8 评价指标体系

3.8.1 评价指标体系框架

建筑陶瓷行业智能工厂评价指标包括人员、技术、资源、制造共四类一级指标。为了科学的进一步筛选定性评价指标，编制组向建筑卫生陶瓷领域专家发放了调研问卷，通过对调研结果进行模糊德尔菲法分析，在一级指标下设若干个二级指标，在二级指标下设三级指标，三级指标下有具体评价要求。并结合层次分析法（AHP 法）对现有二、三级指标权重进行了划分。

3.8.2 评价指标权重系数与指标评分

3.8.2.1 指标权重表

指标权重按照表 1 的规定设置。

表 1 指标权重表

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	三级指标	三级指标权重
人员	5%	人员技能	100%	人力资源规划	20%
				招聘与配置	20%
				人事关系管理	20%
				绩效培训人才	20%
				薪酬福利考勤管理	20%
技术	10%	数据	40%	数据采集	30%
				数据治理	40%
				数据应用	30%
		集成	20%	集成管理	100%
				信息安全	20%
		安全管理	50%		
		信息赋能	20%	战略与规划	40%
				交付与管理	30%
应用	30%				
资源	10%	网络	50%	网络覆盖	50%
				网络管理	50%

		装备	50%	智能装备	100%
制造	75%	产品设计	5%	产品设计	30%
				产品开发	40%
				项目管理	30%
		工艺设计	5%	工艺文件管理	50%
				工艺数据管理	50%
		配方案控	5%	配方案控	100%
		采购	5%	供应商管理	20%
				寻源管理	20%
				合同管理	20%
				采购执行	20%
				结算管理	20%
		计划与调度	5%	计划管理	20%
				物料需求	30%
				排程管理	30%
				需求管理	20%
		生产作业	10%	工单管理	20%
				人员管理	30%
				工艺模型	20%
				物料管理	30%
		质量管理	5%	质量改进管理	30%
				SPC 预警管理	20%
				质量数据采集	20%
				质量标准	30%
		设备管理	5%	台账管理	20%
				设备维护	30%
				备件管理	20%
				状态监控管理	30%
		仓储配送	5%	入库管理	20%
库内管理	50%				
出库管理	30%				
安全	5%	安全管控	100%		
工厂规划	5%	工厂规划	50%		
		工厂设计	50%		
物流	5%	承运商管控	30%		
		物流交付	40%		
		物流费用	30%		
销售	5%	价格管理	20%		
		销售计划	30%		
		渠道管理	20%		
		产品管理	30%		

		服务	5%	产品服务	50%
				客户服务	50%
		财务	10%	成本确定控制	40%
				全面预算	20%
				经营业绩	20%
				财务会计	20%
		环境	5%	环境战略和风险控制	40%
				能源	20%
				水资源	20%
				碳排放管理	20%
		社会	5%	员工安全健康	30%
				客户关系消费者权益	30%
				科技创新与知识产权	40%
		组织治理	5%	利益相关参与及沟通	100%

3.8.8.2 评分标准

建筑陶瓷行业智能工厂评价应按照《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》附录 A 的指标要求进行评价打分。指标要求满足程度与得分对应见表 2。

表 2 指标要求满足程度与得分对应

指标要求满足程度	得分
完全满足	1
大部分满足	0.8
部分满足	0.5
不满足	0

3.8.8.3 评价工厂需求

被评价工厂应新建投产或已完成智能改造 1 年以上。

3.9 评价方法与流程

评价方法与流程参考了国家标准 GB/T 39116《智能制造能力成熟度模型》，目前工信部智能制造示范工厂也是按此标准进行评价，本标准按照这个框架，对评价要求进行了细化，更适用于建筑陶瓷行业。

3.9.1 评价计算方法

三级指标得分为该指标下每条评价要求得分的加权求和，按式（1）计算：

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{-----} (1)$$

式中：

D——三级指标得分；

X——三级指标各评价要求得分（三级指标各评价要求见表 A.1～表 A.5）

n——三级指标评价要求个数。

二级指标得分为该指标下三级指标得分的加权求和，按式（2）计算：

$$C = \sum (D \times \gamma) \text{-----} (2)$$

式中：

C——二级指标得分；

D——三级指标得分；

γ ——三级指标权重。

一级指标得分为该指标下二级指标得分的加权求和，按式（3）计算：

$$B = \sum (C \times \beta) \text{-----} (3)$$

式中：

B——一级指标得分；

C——二级指标得分；

β ——二级指标权重。

智能化各等级的得分为该等级一级指标得分的加权求和，按式（4）计算：

$$A_m = \sum (B \times \alpha) \text{-----} (4)$$

式中：

A——智能化等级得分；

B——能力要素得分；

α ——能力要素权重；

m——智能化等级，m取值1～5。

智能工厂评价总得分按式（5）计算：

$$S = \begin{cases} A_1 \cdots \cdots (A_1 < 0.8) \\ A_2 + 1 \cdots \cdots (A_1 \geq 0.8) \\ A_3 + 2 \cdots \cdots (A_2 \geq 0.8) \\ A_4 + 3 \cdots \cdots (A_3 \geq 0.8) \\ A_5 + 4 \cdots \cdots (A_4 \geq 0.8) \end{cases} \text{-----} (5)$$

式中：

S——智能工厂评价总得分；

A₁——表 A. 1 得分；

A₂——表 A. 2 得分；

A₃——表 A. 3 得分；

A₄——表 A. 4 得分；

A₅——表 A. 5 得分。

3.9.2 评价流程

- a) 评价可由第一方、第二方或第三方组织实施。当评价结果用于对外宣告时，则评价实施方应由独立于工厂、具备相应能力的第三方组织实施。

注 1：针对被评价工厂，第一方为被评价工厂，第二方为被评价工厂的相关方，第三方为与被评价工厂没有直接关系的其他组织。

注 2：相关方是指可影响决策或活动、受决策或活动所影响、或自认为受决策或活动影响的个人或组织。

- b) 评价实施方应制定评价计划，采用文件资料调查、实地调查等方式收集评价证据。具体方法包括但不限于访谈、分析测试与统计核算、查阅工厂生产运行原始记录、报告文件、统计报表、声明文件、分析/测试报告、第三方认证证书等证实性文件。评价实施方应确保被评价工厂对相关指标要求的符合性证据充分、完整、准确。

- c) 评价过程应先对基础合规性（见 3.6.2）和基础管理职责（见 3.6.3）进行评价，当被评价工厂满足要求时，评价再以加权评分的方式对各指标评价要求（见《建筑陶瓷行业智能工厂评价要求》附录 A）进行评价打分。评价流程图如图 4 所示。

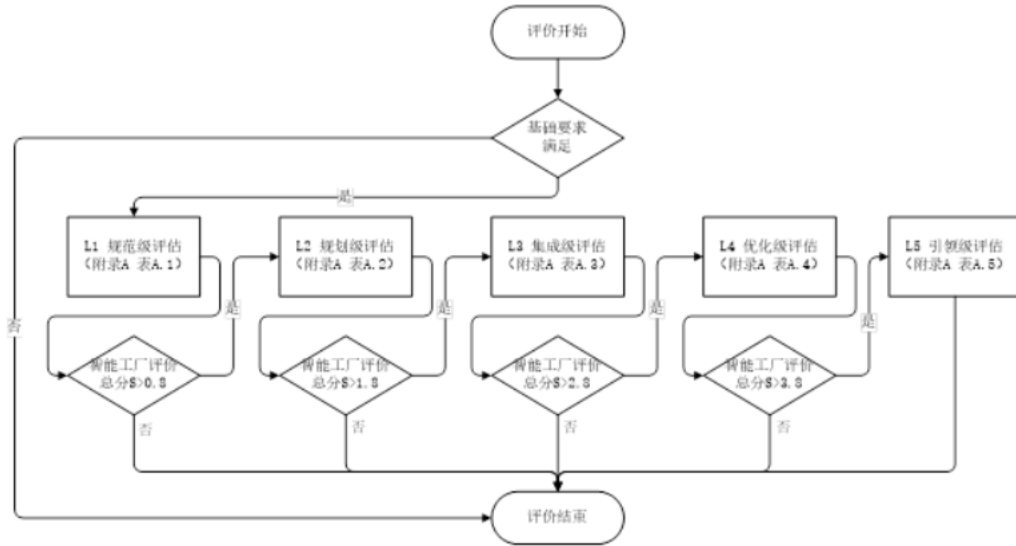


图 4 建筑陶瓷行业智能工厂评价流程图

3.9.3 评价能力要求

- 工厂自行开展智能工厂评价时，应组织专门的智能工厂评价工作组对本文件所述指标进行评价，可以邀请外部行业专家参与评价。
- 当评价结果用于对外宣告时，评价方应为独立于工厂、具备相应能力的第三方组织。评价方应具备相应资质，并熟悉建筑陶瓷行业生产与运行规律，有行业认证、评价、检测等相关服务经验。
- 实施评价的人员组成应覆盖数字化制造评价需要的各种知识和能力。相关人员能力包括但不限于信息化、自动化、建筑陶瓷生产等工作经历。

3.10 智能工厂等级判定

建筑陶瓷行业智能工厂等级判定见表 3。

表 3 建筑陶瓷行业智能工厂等级判定

智能工厂等级	对应的评分区间
引领级	$4.8 \leq S \leq 5$
先进级	$3.8 \leq S < 4.8$
基础级	$2.8 \leq S < 3.8$

3.11 评价报告

评价报告至少应包括以下内容：

- 评价实施方；
- 评价实施人员；
- 评价目的、范围及准则；

- d) 评价过程，主要包括评价组织安排、文件评审情况、现场评价情况、评价报告编制及内部技术评审情况；
- e) 评价内容包括人员、技术、资源、制造、绩效；
- f) 评价证明材料的核实情况，包括证明文件和数据真实性、计算范围及计算方法、相关系统的运行情况等；
- g) 被评价工厂的创新性业绩描述；
- h) 被评价工厂存在的薄弱点及改进建议；
- i) 评价结论；
- j) 相关支持材料。

四、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

在国内，2017年“智能化”就已不断在行业被提起，知名陶企纷纷向着工业4.0迈进，2月，亚细亚斥资1.5亿在湖北咸宁投产的大板大理石瓷砖生产线从原料加工到釉线设备全部采用数码智能化设备，全厂有三条生产线，仅有500人(含后勤人员)，年产值达到6亿元人民币，人均产值达到120万元/人。3月21日，重庆唯美陶瓷有限公司正式投产。据悉投产的重庆唯美一期一号主车间的第一条生产线，长度为1500多米，只有50个工人，线上的所有作业环节均实现了机器人，工人只是负责操作机器。12月6日，新明珠陶瓷集团绿色智能制造示范工厂在肇庆高要禄步工业园落成。从配料到自动打包入库，当中12个步骤，工人只需在控制室里轻按按钮，就可以完成整个生产过程的控制；控制室外面，整个车间噪音小，宽敞明亮，通风透气，无尘，只有两三名工人在巡视设备；工人身边，机械手有节奏地穿行不休；通过激光打码方式，每一片砖“一砖一码”可实现从原料到生产工艺流程追溯。12月19日，东鹏智能家居创意产业园落户重庆永川区。东鹏智能家居创意产业园计划投入25亿元资金，将配备世界最尖端的技术设备和智能制造系统，将其打造成一个“中国建陶工业2025”的示范基地。该项目体现了智能制造的特点，对设备选型、产线规划及厂房设计作出周全的考虑，通过供应链智慧控制塔对供应链全方位运营监控，构建高级计划排程系统APS实现最优成本交付，引进西门子公司公司的SCADA系统对全厂生产全流程进行采集、监视和数据化应用，从设计开始就集成高端智能制造模块。这也是行业首家集瓷砖、洁具等生产及物流的综合智能家居产业基地，东鹏将做到废气“零排放”和废料再利用，2019年投产。蒙娜丽莎集团的陶瓷薄板生产示范线，干净、整洁的车间内极少看到操作员工。据悉，目前，这条生产线用工数量创下了不到30人的纪录。但当前建筑陶瓷行业没有统一的智能化工厂标准、对各企业要求不规范。所以本标准的制定，能够使建筑陶瓷企业在进行智能化工厂建设时有所依据，有利于促进建筑陶瓷行业智能化工厂技术能力的提升，并且能够更好地引导我国建筑陶瓷行业实现真正的数字化、智能化转型。

五、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，

国内 外关键指标对比分析与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

尚未查到有国际国外同类标准。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准符合工业和信息化部、国家标准委联合印发的《国家智能制造标准体系建设指南（2021版）》、《建材工业智能制造数字转型行动计划（2021-2023年）》、《建材行业智能制造标准体系建设指南（2021版）》、《“十四五”智能制造发展规划》等文件要求

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准暂无重大分歧意见。

八、标准性质的建议说明

本标准建议为推荐性标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）

无

十、废止现行相关标准的建议

本标准无废止现行相关标准的建议。

十一、其它应予说明的事项

无其它应说明的事项。

参考文献

- [1] 郎彦辉. 主要发达国家智能制造战略及启示[J]. 中国发展观察, 2020(21):61-62.
- [2] 胡锦涛. 坚定不移走中国特色社会主义文化发展道路努力建设社会主义文化强国求是[J], 2012(1):3-7.
- [3] 赵付科, 孙道壮. 习近平文化自信观论析[J]. 社会主义研究, 2016(5):9-15
- [4] 国家标准管理委员会 GB/T41255-2022 智能工厂通用技术要求[S]. 北京: 国家标准出版社, 2022.