

家具模块化设计理念与工业化生产适配性研究

胡 星

浙江大丰实业股份有限公司 浙江 宁波 315400

摘要：在全球制造业向智能化、绿色化、柔性化转型的宏观背景下，家具产业作为传统劳动密集型行业，正面临前所未有的挑战与机遇。本文聚焦于“家具模块化设计”这一核心理念，系统性地探讨其与现代工业化生产体系之间的内在逻辑关联与适配性机制。文章首先梳理了模块化设计的理论渊源及其在家具领域的演进脉络，界定了其核心内涵与特征；其次，深入剖析了模块化设计如何通过标准化、通用化、系列化等原则，精准对接工业化生产对效率、成本、质量及柔性化的核心诉求；进而，构建了一个涵盖产品架构、接口规范、材料工艺与供应链协同的“四维适配模型”，以揭示二者深度融合的关键路径。研究表明，模块化设计不仅是产品层面的创新方法，更是驱动家具产业实现工业化、智能化升级的战略支点，其与工业化生产的高度适配性是构建可持续、高韧性现代家具制造体系的基石。

关键词：模块化设计；工业化生产；家具设计；适配性；智能制造；可持续发展

引言

21世纪以来，全球消费市场呈现出需求碎片化、个性化与快速迭代的显著特征。与此同时，资源环境约束日益趋紧，“双碳”目标对制造业提出了绿色低碳的刚性要求。作为与人居环境紧密相连的家具产业，长期依赖于传统的、以经验为导向的手工作坊式或半自动化生产模式，其在应对上述挑战时显得力不从心。具体表现为：产品开发周期长、库存压力大、材料利用率低、定制化成本高昂以及产品生命周期结束后难以有效回收等问题。在此背景下，源于系统工程学的“模块化”思想为家具产业的转型升级提供了全新的视角。模块化设计通过将复杂的产品系统分解为若干功能独立、结构清晰、接口标准的模块单元，不仅能够极大地提升产品的可配置性与可维护性，更能从根本上重塑产品的生产逻辑。当模块化设计理念与以高效率、高质量、低成本为核心目标的工业化生产体系相结合时，便能催生出一种兼具规模化效益与个性化满足能力的新型生产范式。因此，深入研究家具模块化设计理念与工业化生产之间的适配性，对于推动我国家具产业从“制造”向“智造”跃迁，实现高质量、可持续发展具有重大的理论价值与现实意义。

1 家具模块化设计的理论内涵与核心特征

1.1 模块化设计的理论溯源

模块化并非新生事物，其思想内核可追溯至古代建筑中的标准化构件（如中国的斗拱、古罗马的预制砖石）。然而，作为一种系统的工程方法论，其成熟于20世纪中后期的工业革命浪潮。其本质在于“分而治之”（Divide and Conquer），通过建立清晰的层级结构和标

准化的交互接口，将一个复杂的整体系统分解为若干相对独立、易于管理和优化的子系统（即模块）。每个模块内部高度集成，而模块之间则通过预设的规则进行连接与通信，从而在保证系统整体性能的同时，极大地降低了设计、制造和维护的复杂度。

1.2 家具模块化设计的内涵界定

应用于家具领域，模块化设计是指在满足特定功能、美学和人机工学要求的前提下，将一件或多件家具产品解构为一系列具有标准化接口、可独立生产和组装的物理单元（模块）。这些模块可以是结构性的（如柜体侧板、层板）、功能性的（如抽屉、门板、照明系统）或装饰性的（如饰面板、把手）^[1]。用户或制造商可以根据空间布局、使用需求或审美偏好，像“搭积木”一样自由组合这些模块，创造出多样化的最终产品形态。

1.3 家具模块化设计的核心特征

（1）标准化（Standardization）：这是模块化设计的基石。它要求模块的几何尺寸（长、宽、高）、连接方式（孔位、槽口、五金件规格）、材料规格乃至表面处理工艺都遵循统一的标准。标准化确保了不同批次、甚至不同供应商生产的模块能够无缝互换与兼容。（2）通用化（Generalization）：指在一定范围内，同一模块能够被应用于多种不同的产品或场景中。例如，一个标准尺寸的层板模块既可以用于书柜，也可以用于衣柜或展示架。通用化极大地减少了零部件的种类（SKU），简化了供应链管理。（3）系列化（Serialization）：在标准化和通用化的基础上，通过改变模块的数量、排列方式或组合逻辑，形成一个具有家族化特征的产品系列。这使得企业能够以较低的成本快速响应市场的多样

化需求。(4)可组合性(Combinability)与可重构性(Reconfigurability):模块之间应具备简单、可靠、无需专业工具即可完成的连接方式,赋予产品在使用周期内根据需求变化进行重新配置的能力。这不仅延长了产品的使用寿命,也契合了循环经济的理念。(5)独立性(Independence):每个模块在功能和结构上应尽可能自成一體。这意味着对某一模块的修改、升级或更换,不应影响其他模块的正常功能,从而降低了产品迭代和维护的成本。

2 工业化生产对家具制造的核心诉求

现代工业化生产体系追求的是在保证产品质量一致性的前提下,实现资源投入最小化与产出效益最大化。具体到家具制造业,其核心诉求可归纳为以下四个方面:(1)高效率(High Efficiency):缩短产品从设计到交付的全周期时间(Time-to-Market),提高生产线的单位时间产出(OEE, Overall Equipment Effectiveness)。这要求生产流程高度连续、顺畅,减少等待、搬运和返工等非增值环节。(2)低成本(Low Cost):通过规模化效应摊薄固定成本,通过精益生产(Lean Production)消除浪费(Muda),包括材料浪费、人力浪费、库存浪费等。精确的成本控制是企业激烈市场竞争中生存的关键。(3)高质量(High Quality):实现产品品质的高度一致性与稳定性。工业化生产依赖于精确的设备、严格的工艺规程和完善的质量检测体系,以确保每一件出厂产品都符合既定标准,最大限度地减少人为因素导致的质量波动^[2]。(4)柔性化(Flexibility):随着消费市场日益多元化,单一品种、大批量的生产模式已难以为继。现代工业化生产必须具备快速切换产品型号、适应小批量、多品种订单的能力,即所谓的“大规模定制”(Mass Customization)能力。柔性化是平衡效率与个性化需求的桥梁。

3 模块化设计与工业化生产的适配性机理分析

模块化设计理念之所以能成为工业化生产的理想搭档,根本原因在于其内在属性与工业化的核心诉求形成了完美的互补与共振。这种适配性可以从以下四个维度进行深入剖析。

3.1 产品架构维度:从“整体”到“离散”的范式转换

传统家具设计往往将产品视为一个不可分割的整体,其生产流程也是线性的、刚性的。而模块化设计则彻底颠覆了这一范式,将产品架构转变为由多个离散模块组成的“平台”。这种架构上的变革,为工业化生产带来了革命性的影响。具体体现在:(1)并行工程

(Concurrent Engineering):不同的模块可以在不同的生产线上同时进行加工,大大缩短了整体生产周期。例如,柜体的框架、背板、门板和抽屉可以分别在不同的工作站同步制作。(2)简化装配流程:最终的总装环节不再是复杂的、需要高技能工人的过程,而是变成了简单的模块拼接。这降低了对一线工人的技能要求,提高了装配速度和准确性,完美契合了工业化对高效率和高质量的要求。(3)支持大规模定制:企业只需维护一个有限的模块库,通过不同的组合逻辑,就能生成海量的SKU。生产线只需根据订单信息调取相应的模块进行组装,无需为每个独特订单重新设计和调整整个生产流程,从而实现了柔性化生产。

3.2 接口规范维度:构建稳定可靠的“通用语言”

模块间的连接接口是模块化系统能否顺畅运行的“神经系统”。一套严谨、精确、容错性强的接口规范,是确保模块在工业化大规模生产条件下依然能可靠互换与组合的关键。具体体现在:(1)32mm系统(The 32mm System):这是板式家具领域最成功的模块化接口标准。它以32毫米为模数,在板材上预钻系统孔,用于安装各种功能五金件(如铰链、滑轨、层板托)。这一标准极大地简化了板件的加工(只需一次定位即可完成所有孔位加工),保证了不同厂家、不同批次产品的互换性,是工业化高效、精准生产的典范。(2)标准化五金连接件:除了孔位系统,各种快装连接件(如偏心连接件、预埋螺母、卡扣等)的标准化,使得模块间的物理连接变得快速、牢固且无需额外工具。这直接提升了总装线的效率和自动化水平^[3]。(3)数字接口的引入:在智能家具领域,模块间还需要数据和电力的传输。USB、Type-C等通用电子接口的采用,以及无线通信协议(如蓝牙Mesh、Zigbee)的标准化,为智能模块的即插即用(Plug-and-Play)奠定了基础,拓展了模块化在工业化智能生产中的边界。

3.3 材料与工艺维度:驱动精益生产与绿色制造

模块化设计对材料和工艺的选择具有强烈的导向性,天然倾向于那些适合标准化、批量化、自动化加工的方案,这与工业化生产追求精益和绿色的目标高度一致。具体体现在:(1)人造板的广泛应用:刨花板(PB)、中密度纤维板(MDF)等人造板因其尺寸稳定性好、幅面大、易于机械加工和贴面,成为模块化板式家具的首选基材。它们可以被高效地裁切成标准尺寸的模块毛坯,材料利用率远高于实木。(2)自动化加工中心(CNC)的契合:模块化部件通常具有规则的几何形状和重复的加工特征(如钻孔、开槽、封边),这正是

CNC加工中心最擅长的领域。通过导入数字化的加工程序（NC Code），CNC可以实现无人化、高精度、高效率的批量生产，完美匹配模块化部件的制造需求。（3）减少现场作业与污染：模块化家具强调工厂预制、现场组装。绝大部分的切割、打磨、喷漆等产生粉尘、噪音和VOCs（挥发性有机物）的工序都在工厂内完成，实现了集中处理和环保管控，符合绿色制造的理念。同时，也大大减少了现场施工的复杂性和对居住环境的干扰。

3.4 供应链与物流维度：构建高效协同的价值网络

模块化不仅改变了产品本身，也深刻重塑了其背后的供应链和物流体系。它通过简化物料清单（BOM）和产品结构，促进了供应链各环节的协同与优化。具体体现在：

（1）扁平化供应链：由于模块的通用化，企业可以向上游集中采购少数几种标准规格的原材料和零部件，增强了议价能力，简化了供应商管理。同时，模块本身也可以作为半成品在供应链内部或外部进行流转，提高了资源配置的灵活性。（2）平板包装（Flat-Pack）与高效物流：模块化设计使得家具可以被拆解成扁平的板件进行包装。这极大地提高了运输和仓储的空间利用率，降低了物流成本。宜家的成功很大程度上就归功于这一模式^[4]。对于电商渠道而言，小体积、轻量化的模块包裹也更易于配送和入户。（3）按需生产与零库存愿景：在一个成熟的模块化体系下，企业可以基于实时订单数据，仅生产所需的模块组合，从而最大限度地减少成品库存，向“零库存”或“极低库存”的精益目标迈进。

结语

本研究系统论证了家具模块化设计理念与工业化生

产体系之间深刻的内在适配性。研究表明，模块化设计绝非简单的形式拆解，而是一种能够从根本上优化产品架构、生产流程和商业模式的系统性方法论。它通过标准化、通用化、系列化等核心原则，在产品架构、接口规范、材料工艺、供应链协同四个维度上，精准地回应了工业化生产对高效率、低成本、高质量和柔性化的综合诉求。在数字化浪潮的推动下，二者的融合正迈向更高阶的智能化、服务化阶段。未来，成功的家具企业将是那些能够将卓越的模块化设计能力与先进的数字化、柔性化制造能力深度融合的组织。为此，行业需要共同努力，加快标准体系建设，推动设计教育改革，并积极培育面向可持续未来的消费文化。唯有如此，才能真正构建起一个高效、敏捷、绿色且富有韧性的现代家具产业新生态。

参考文献

- [1]吴波,王茜卉.基于现代生活方式的家具模块化设计研究[J].鞋类工艺与设计,2024,4(11):162-164.
- [2]许勇.模块化城市家具设计与可持续研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(07):73-79.
- [3]刘晓宇,张超.重构传统,演绎现代——模块化拼装在新中式家具设计中的创新路径[J].设计,2025,38(08):116-119.
- [4]马骁,陈建国.城市更新背景下的城市家具模块化设计策略研究[C]//湖南省教育厅,湖南省人民政府学位委员会办公室.湖南省第十七届研究生创新论坛“美好生活·文旅融合·设计未来”分论坛会议论文集.广西艺术学院,2024:104-110.