模具标准化设计对生产效率提升的作用研究

赵睿卿　王　飞　王嘉伟　冯凯轩
陕西黄河工模具有限公司　陕西　西安　710043

摘　要：模具是工业生产中不可或缺的工艺装备，其设计制造水平直接影响产品的开发周期与制造成本。在市场竞争日益激烈的背景下，模具标准化设计作为一项基础性、系统性工程，正受到越来越多企业的重视。本文从模具标准化设计的基本内涵与层次结构出发，系统分析其对生产效率的作用机理，涵盖设计环节的快速化、制造环节的流程简化、装配调试环节的周期压缩、使用维护环节的停机缩减以及生产组织层面的协同改善等多个维度。在此基础上，进一步分析当前推行标准化面临的主要障碍，并提出推进模具标准化设计的具体策略与保障措施。研究认为，模具标准化设计对生产效率的提升不是单一环节的局部优化，而是贯穿模具全生命周期的系统性增益，其效能的充分发挥依赖于标准体系的完善、信息化工具的支撑以及组织管理模式的配套变革。

关键词：模具设计；标准化设计；生产效率；模具标准化；模块化设计

引言

模具制造业是衡量国家制造水平的重要标志，作为“工业之母”，其设计制造周期占产品开发比重较大。在多品种、小批量、快节奏的市场环境下，缩短开发周期、提高效率及保证质量已成为企业核心竞争力的关键。标准化设计虽在机械、电子等行业成效显著，但在模具领域因单件定制属性强，常被误认为与个性化需求存在天然矛盾，阻碍了其深入推行。事实上，尽管模具产品具有差异化特征，但其结构组成、功能模块、零部件类型及设计流程具备高度共性。这种“个性中的共性”正是标准化设计发挥作用的基础。通过规范化、规则化重复性设计活动，减少不必要的差异与变动，可有效降低复杂度和时间成本，从而在不牺牲个性化的前提下提升整体效率。

1 模具标准化设计的内涵与层次结构

1.1 模具标准化设计的基本含义

模具标准化设计是指在模具开发过程中，依据预先制定的统一规范、规则和技术要求，进行模具结构方案设计、零部件选用、图纸绘制和工艺编制等一系列活动的设计方法。它并非要求所有模具千篇一律，而是强调在满足产品个性化成形需求的前提下，最大限度地采用标准化的结构要素、通用化的零部件和规范化的设计流程。标准化设计的本质是将模具中的重复性劳动从“每次都重新发明”转变为“选择合适的标准组合”。

1.2 模具标准化的三个层次

模具标准化设计可分为三个递进层次。第一层次为零部件标准化，即模架、导柱导套、顶杆、弹簧、螺钉等通用零部件采用国家标准或行业标准系列，实现同类零件的通用互换。这是模具标准化的基础层，技术最成熟、推行难度最小。第二层次为结构模块标准化，即针对常见的模具类型（如冲裁模、弯曲模、拉伸模、注塑模）和常见的成形特征（如冲孔工位、翻边工位、顶出系统），设计标准化的结构模块，不同项目通过模块组合实现快速方案设计。这是标准化的核心增值层[1]。第三层次为设计流程与规范标准化，即在企业层面统一设计制图规范、图层管理、命名规则、BOM结构、检查清单及评审流程，使不同设计师的工作输出具有一致性和可继承性。三个层次相互支撑，共同构成完整的模具标准化设计体系。

2 模具标准化设计对生产效率的作用机理

2.1 设计环节：缩短设计周期与减少重复劳动

模具设计是模具开发的第一道工序，也是时间占比最大的环节之一。在没有标准化支撑的条件下，每一套新模具的设计几乎都是从零开始—— 设计师需要重新确定模架规格、选用导向零件、布置顶出位置、设计冷却系统，即使是与以往项目高度相似的模具，也需重新绘图和出BOM。标准化设计通过以下途径显著缩短设计周期：第一，标准模架和标准件的选用省去了大量非标结构的设计和计算时间，设计师仅需进行选型而非重新设计；第二，标准化设计模板和典型结构图库使设计师能够快速调用成熟的结构方案，避免重复绘制相似结构；第三，标准化的图层设置和命名规则使图纸审查和修改更加高效，减少了设计团队内部的沟通成本和返工率。

2.2 制造环节：简化工艺准备与减少加工等待

模具的制造效率不仅取决于加工设备的能力，更取决于工艺准备的顺畅程度。标准化设计对制造环节的效

率提升首先体现在减少了“非常规”加工内容——标准模架的模板尺寸、螺纹规格、导柱导套安装孔位均是统一的，无需为每套模具单独编制非标加工工艺，数控编程和刀具准备时间大幅缩短。其次，标准化的零件尺寸使毛坯备料具有可预测性，企业可提前储备常用规格的模板和标准件库存，避免因等待材料而造成的机床闲置[2]。再次，标准化的加工特征（如统一的沉头孔、螺纹底孔、导向孔）使操作者的装夹找正和对刀过程简化，单件加工时间缩短。更为重要的是，标准化设计促进了“成组技术”的应用——相似结构和相近尺寸的模具零件可合并批次进行集中加工，减少换刀和调整次数，提高数控设备的有效利用率。

2.3 装配与调试环节：缩短配作时间与提高一次合模率

模具装配和调试阶段往往是最不可控、最容易超期的环节。非标设计中，各零件之间需要大量的配作、研配和修整——凸凹模间隙需人工调整，顶杆高度需逐根修磨，导柱导套的垂直度需反复校核。标准化设计从根本上改变了这一局面：标准模架的各安装孔位严格对称且定位精确，凸模和凹模的固定板采用统一的孔距坐标，使凸凹模在装配阶段即基本对中，调试时仅需微调，不再需要大面积的配作和修磨。标准化的顶出系统和冷却系统接口保证了各功能模块的互换性和位置一致性，装配工人无需每次熟悉不同的装配关系。装配调试时间的大幅缩短直接压缩了模具整体交付周期，也使企业对交付节点的承诺更加可靠。

2.4 使用与维护环节：降低停机时长与提高模具可维修性

模具在使用过程中难免需要刃磨、更换易损件和维修调整。若缺乏标准化设计，每一次维修都面临备件采购困难、更换件尺寸不匹配、装配后需重新配作等问题，造成长时间生产停机。而标准化设计使得同一企业的不同模具使用相同规格的标准件和通用模块，备件库存周转率高且能共用，维修时无需等待定制零件；更换后的凸模或镶块因采用标准化的安装接口，可直接装入固定板而无需再配作孔位[3]。单次维修时间从数小时压缩至数十分钟，全年的累积停机时间显著减少。对于大型冲压或注塑生产线而言，这种边际效率的提升在全年产量核算中具有不容忽视的放大效应。

2.5 生产组织层面：促进协同设计与并行工程

标准化设计的间接效率提升作用往往更为深远。当设计输出具有统一的技术语言和规范格式时，设计部门内部以及设计与工艺、制造、采购部门之间的信息传递效率大幅提高。工艺人员可依据标准化的结构特征提前编制工艺路线，采购人员可根据标准件清单提前备货，制造部门可依据统一的加工规范提前准备夹具和刀具。这种“提前并行”打破了传统串行作业的时间壁垒，使模具开发从“接力赛”转变为“并跑模式”。同时，标准化的技术文档也使新员工的培训周期显著缩短，人员流动带来的技术断档风险降低，设计团队的集体产出能力更加稳定可控。

3 当前推行模具标准化设计面临的主要障碍

3.1 观念层面的认识偏差

不少模具设计人员和管理者认为，模具的个性化和标准化是对立关系——每套模具面对不同的产品形状、不同的设备和不同的精度要求，标准化意味着牺牲设计的灵活性和最优性。这种观念忽视了标准化针对的是“模具结构共性”而非“产品成形功能”。实际上，即使产品形状千差万别，模具的导向方式、模架结构、顶出原理和冷却布局等底层结构逻辑是高度一致的。将标准化等同于“简单模具的重复”是对标准化的窄化理解，这种认识偏差成为标准化推行的重要心理阻力。

3.2 标准体系的不完善与企业积累不足

目前我国模具标准化工作虽然已有一定基础，但与工业发达国家相比仍有差距。冲压模架、塑料模架等基础标准相对成熟，但面向细分领域（如精密电子模具、大型汽车覆盖件模具）的结构模块标准和设计规范仍不完善[4]。更为突出的是，大多数中小模具企业缺乏系统的内部标准积累——没有建立自己的典型结构库、标准件库和设计规范，对过往项目的技术资料缺乏有效整理和归类，导致每次设计都要“从头做起”，却意识不到这是标准化缺失的结果。

3.3 信息化支撑工具的滞后

标准化设计的有效落地需要信息化工具的支撑，包括三维设计平台的标准件库、智能选型工具、典型结构知识库以及PDM/PLM系统的标准化流程管理模块。然而，相当一部分企业的三维设计软件仅用于绘图，未配置或未定制标准件库和自动化设计工具，设计师仍然手动建模标准件和重复结构，标准化的效率优势大打折扣。信息系统的缺位使标准化的成果难以固化和传播，也削弱了标准化持续改进的数据基础。

3.4 产品多样化与快速迭代带来的挑战

消费品市场的快速变化使模具需求呈现“多品种、短周期”特征，产品改型频繁，模具设计周期被不断压缩。在这种高压环境下，设计人员容易产生“先交付再说”的应急心态，认为标准化设计需要前期的规则梳理

和知识整理，是“慢工细活”，不适合快节奏的项目要求。这种短期压力与长期效率提升之间的冲突，是标准化推行中最现实也最难处理的障碍。

4 推进模具标准化设计的有效策略与保障措施

4.1 建立分层次、可扩展的企业内部标准体系

企业应根据自身的模具类型、客户群体和设备条件，建立符合自身特点的标准体系。建议从“三个一”起步：一套标准件库—— 梳理企业常用模架、导向件、紧固件、弹性元件的型号和供应商，形成企业内部选型目录，将种类压缩至合理数量；一套典型结构图库—— 将企业以往设计过的成功结构按类型（冲孔模、弯曲模、拉伸模、注塑模的常见结构）进行规范化整理，编制成可调用的参考方案；一套设计规范—— 统一图幅、图层、命名规则、标注方法和BOM格式，使所有设计文件具有统一的“语言系统”。体系建立后应持续维护和更新，随着企业能力和业务范围的发展扩展标准覆盖范围。

4.2 推进三维设计平台的标准件库与自动化工具建设

信息化工具是实现标准化效率优势的“倍增器”。企业应在三维CAD平台上定制企业级标准件库和模架库，使设计师可通过简单的参数选择完成标准件的调用和装配，无需逐个建模。在此基础上，开发或配置“半自动化设计工具”—— 对于常见的模具结构类型，通过输入关键参数（如产品尺寸、材料厚度、冲压力）即可自动生成模架结构和主要零部件模型，设计师仅需进行针对性的修改和补充。此外，将标准化检查清单嵌入设计工作流程，在图纸发布前自动进行标准化符合性审查，减少人工核对遗漏。

4.3 将标准化纳入绩效管理与新员工培训体系

标准化的推行需要制度激励与人员能力配套。在绩效层面，将设计图纸的标准化符合率、标准件使用率及BOM准确率等指标纳入设计师的考核体系，引导设计人员主动采用标准方案。在培训层面，将标准化设计规范作为新入职设计师的第一阶段培训内容，使标准化的意识和技能在其职业生涯之初即扎根，避免形成不良习惯后再纠正。对于资深设计师，则通过定期组织标准化案例交流会，分享标准化设计在实际项目中的效率提升经验，以正面案例激发认同。

4.4 建立标准化设计的持续改善与反馈机制

标准化不是一次性的项目，而是需要持续迭代的过程。企业应建立“设计—使用—反馈—修订”的闭环机制：设计师在使用标准件和标准结构的过程中，如发现标准目录中的某些规格不适用或存在更优方案，可提交改进建议；标准化管理部门定期收集反馈，评估后对标准进行版本更新。同时，定期统计分析标准件的使用频次，对于长期未使用的标准规格，应从目录中剔除或进行优化，防止标准库“臃肿化”降低选型效率。这种动态管理使标准化设计体系始终保持与生产实际的高度契合。

结束语

模具标准化设计通过简化、复用和协同三条路径，在设计缩短、制造简化、装配加速、维护减时和组织协同五个环节产生持续效率增益。其价值具有滞后性，属于“先投入、后收益”的长期投资，需随标准积累、工具完善及习惯养成逐步释放。因此，企业应摒弃急功近利思维，从战略高度视其为提升核心竞争力的基础工程。同时，需把握适度原则，避免过度标准化导致设计僵化，抑制创新，力求在“多样性成本”与“标准化收益”间取得动态平衡。未来，借助人工智能辅助设计、知识工程和数字孪生技术，模具标准化将从“静态标准库”向“智能推荐系统”演进，充分释放效率优势，为模具制造业高质量发展提供持久动力。

参考文献

[1]李德群,黄志高.模具数字化设计与标准化技术研究进展[J].模具工业,2022,48(9):1-7.

[2]王建华,张明,陈亮.基于模块化的注塑模标准化设计方法及应用[J].塑料工业,2023,51(5):82-87.

[3]张宏,刘洋,赵刚.模具标准件使用率对开发周期影响的定量分析[J].模具技术,2024,52(2):15-21.

[4]陈志勇,王芳,李强.面向效率提升的模具设计知识管理方法研究[J].中国机械工程,2023,34(18):2213-2220.