

挣脱模具的 束缚

模具制造商
如何借助运营改革
保持竞争力

Tech-Clarity | 副总裁 | 米歇尔·布歇

Tech-Clarity

© Tech-Clarity, Inc. 2020

协助模具制造商占得先机

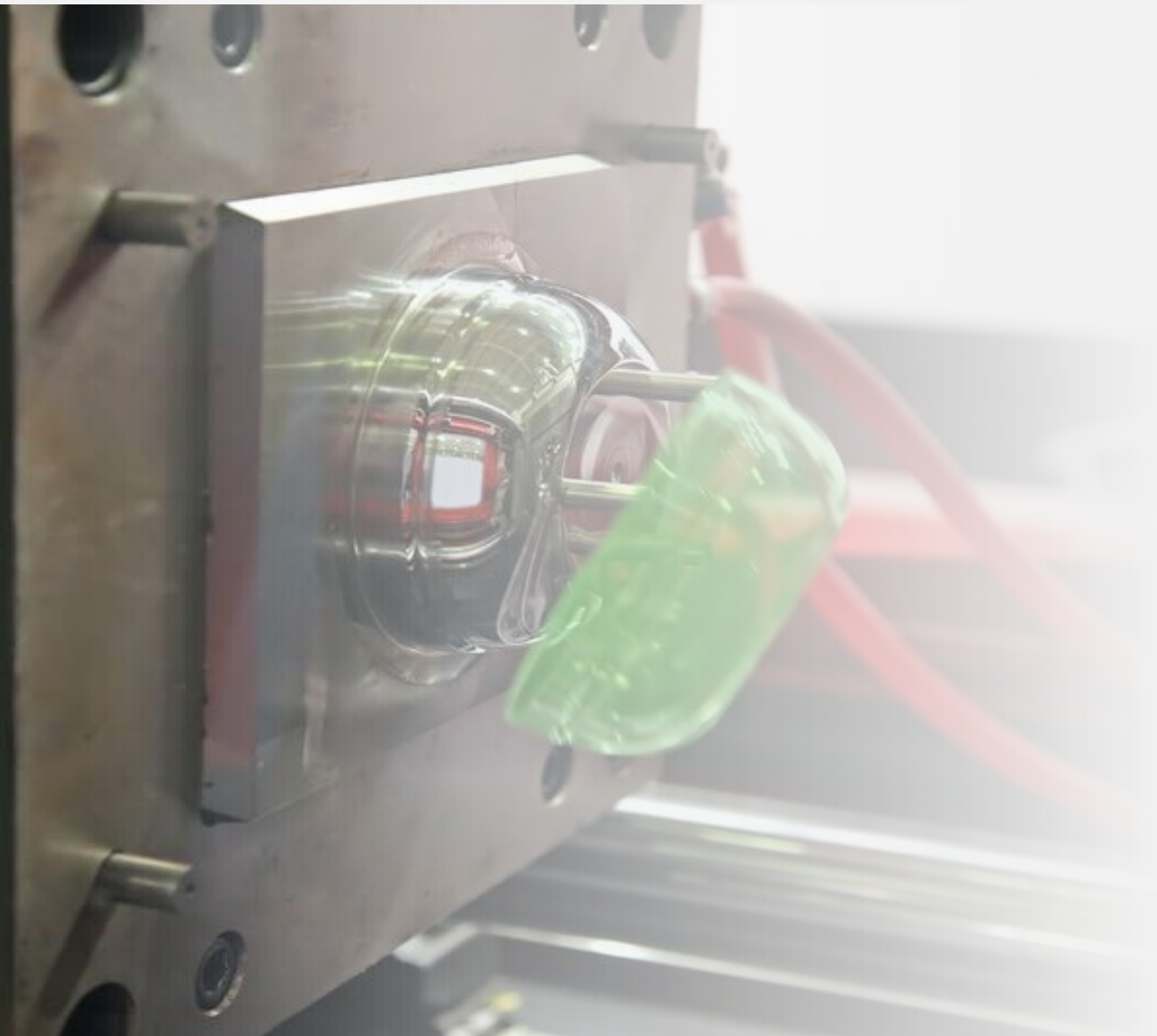
模具制造商应具备哪些条件才能保持竞争力？

模具制造行业竞争激烈。首先，您必须以合适的价格参与竞标，既无损于利润，又有足够竞争优势中标。其次，交付日期也必须准确。总之，影响模具成本的因素众多，零件设计的质量、冷却管理能力以及加工需求都可能影响成本。制造商需要投入大量精力才能提供准确报价。有时，尽管为竞标做了种种努力，却仍有可能无法中标。接受我们调查的许多模具制造商都表示，在提供报价的所有项目中，他们能争取到的项目只有一半左右 (52%)。

而一旦中标，挑战只会成倍增加。拙劣的零件设计、瓶颈、复杂性、更改等其他问题也为盈利带来了阻碍。为确定模具制造商能够通过哪些运营改革来提升竞争力和盈利能力，Tech-Clarity 调查了 370 多家模具制造商。这份报告内含调查结果以及业务改进方面的建议。



目录

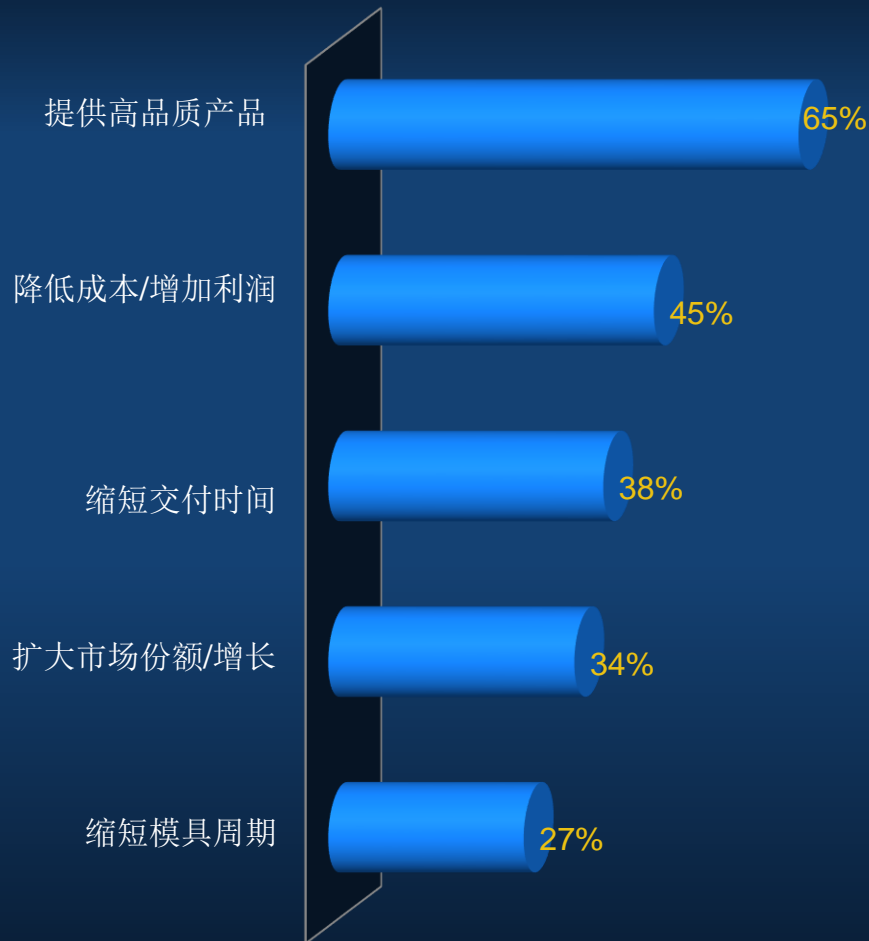


	页码
保持竞争力的必要条件	4
阻碍模具制造商发展的挑战	5
确定最佳实践	6
克服挑战的策略	7
端到端流程中存在的挑战	8
支持端到端流程	9
1. 简化出价过程	10
2. 支持模具设计过程中的协同	11
3. 验证工艺性以保证质量	12
4. 优化周期时间	13
5. 生产规划自动化	14
6. 支持质量验证流程	15
7. 使用集成式解决方案	16
展望未来	17
建议与结论	18
关于本研究	19
鸣谢	20

保持竞争力的必要条件

确保模具及制成的零件质量上乘，将有助于您从一众模具制造商中脱颖而出。

哪些重要因素有助于保持竞争力？



保持竞争力的宗旨

如何进一步提高竞争力？侧重点有哪些？左侧图表列出了五大侧重点。概括来说，就是要让客户满意。

质量

确保模具及制成的零件质量上乘，将有助于您从一众模具制造商中脱颖而出。这个理由就足以吸引客户与您开展业务往来。高质量可为您赢得客户的忠诚度，因为客户已经认定您是可依赖的合作伙伴。然而，注塑成型十分复杂，准确预测可能发生的情况相当困难。因此，让合适的系统和流程就位可助您尽早发现问题，而只有这样才能保证质量。

成本

第二项关键因素是成本。若能降低成本，您不但能够获得价格优势，更不会损及利润。然而，与质量因素一样，您需要尽早发现潜在问题才能避免代价高昂的模具返工。因此，高效率也能降低开发成本。

速度

高效率能助您按期交付。客户希望缩短交付时间，所以消除瓶颈能够助您多中标。

缩短周期时间也大有助益，仅缩短几秒就能为您的客户省下几万甚至是几十万美元。毫无疑问，这个理由绝对能够吸引客户与您合作！

市场份额与周期时间

您争取到的客户越多，您的市场份额就越高。由此提升的影响力和声望也会助您赢得更多业务。

阻碍模具制造商发展的挑战

要应对的挑战

遗憾的是，模具制造商的发展面临诸多障碍（参见图表）。

全球化

全球竞争带来的挑战最为严峻。在激烈的全球竞争环境中，制造商很难脱颖而出。此外，成本较低的区域更容易压低价格，有助于缓解利润压力。

人员

人员配置也会带来多项挑战。其一，技术工人匮乏。与制造技术进步保持同步本就困难，更何况只有精通技术且技艺精湛的工人才能善用这些技术进步。而雪上加霜的是，技术工人愈发难寻，而经验丰富的资深员工却行将退休。

第二项挑战则与零件设计人员相关。尽管有许多技能娴熟、能力出众的工程师，但他们未必了解塑性特征、注塑成型流程及加工。他们设计出的零件往往难以制造或缺陷太多（如翘曲），导致最终零件无法使用。因此，往往需要依靠模具设计人员来确定问题原因。然而，模具设计人员的加入通常已是零件设计流程的后期了，此时再提供规避问题的建议更是难上加难。更为糟糕的是，因零件设计拙劣而导致的问题纠正会招致高昂成本，进一步损及本就微薄的利润。

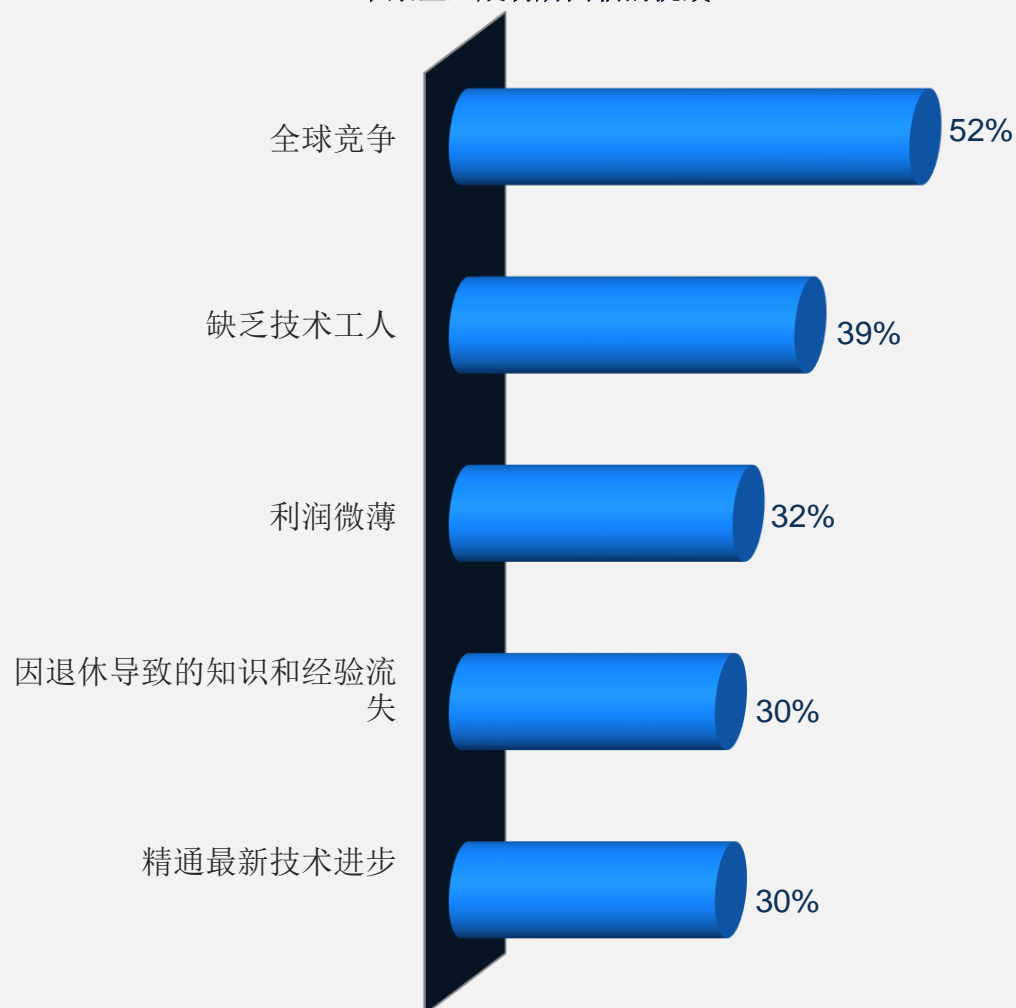
模具制造商必须拥有非同寻常的能力才能发现问题。但技术工人本就难寻，

所以这个问题相当严重。所幸的是，技术可补足知识缺口。技术还可协助识别潜在问题，并在找出问题后让您更轻松地实施所需更改。

让我们了解下成功的公司会采取哪些举措来克服这些挑战。

因零件设计拙劣而导致的问题纠正会招致高昂成本，损及本就微薄的利润。

维系企业成功所面临的挑战



确定最佳实践

如何定义绩优企业

为确定最佳实践，Tech-Clarity 分析了几家绩优企业所采取的举措。我们所定义的绩优企业指的是表现超越竞争对手且排名前 20% 的公司，可表明企业成功的指标如下：

- 过去的 24 个月收入一直增长
- 产品利润在过去 24 个月一直增长
- 产品成本降低

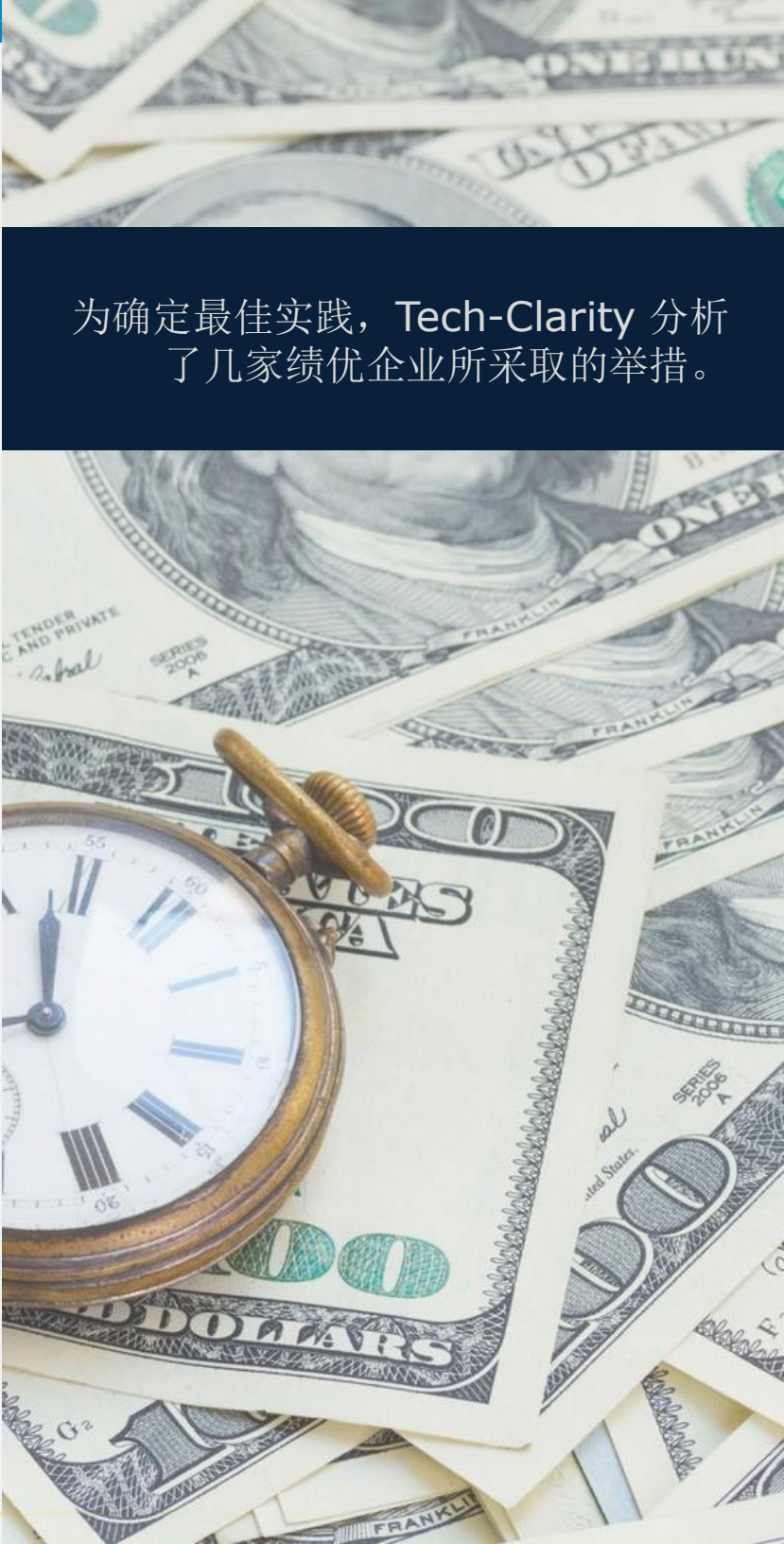
然后，我们重点关注绩优企业的举措，尤其是与众不同的做法，并据此形成建议。

绩优企业的优势

绩优企业的经营管理能力更强。个中原因在于他们的流程到位，可在以下几个方面协助他们：

- 快速实施设计更改
- 满足质量要求

调查对象对其公司的表现进行了打分，5 分表示“极好”，而 1 分表示“很差”。绩优企业认为其流程比“很好”强，而其他调查对象则认为其流程“有待改进”。这些流程能够协助绩优企业达成所需目标，从而提高竞争力。



为确定最佳实践，Tech-Clarity 分析了几家绩优企业所采取的举措。

克服挑战的策略

绩优企业是如何克服挑战的呢？

端到端流程支持所蕴含的力量

为了满足对效率、质量及承受能力的严苛要求，绩优企业专注于支持更简化的流程。首先，要改善从出价到生产各阶段之间的交接。例如，必须先移交完成的模具设计，生成刀轨，之后将其传输到制造环节，让模具投产。交接支持越好，协同和端到端流程也将越强大。

数字线程

在模具制造行业，只有前一个阶段工作完成了，下一阶段才能开展。为实施这些策略，每个阶段都应各执所需、各尽所能。支持端到端流程意味着为竞标所准备的详细信息切实用到了设计环节之中，且设计信息顺畅地流向生产环节。

单一数据源可以让每个人都能访问最新信息。这种数字线程可以提供整个生命周期的可追溯性，避免了使用过时信息，也避免了重复工作。任何人都无需重新创建模具设计的任何部分，刀轨便可轻松生成。无需重新创建设计详细信息意味着效率的提升，而单一数据源则能让您避免无意间引入影响质量的错误。效率提升和错误减少同样会降低成本。

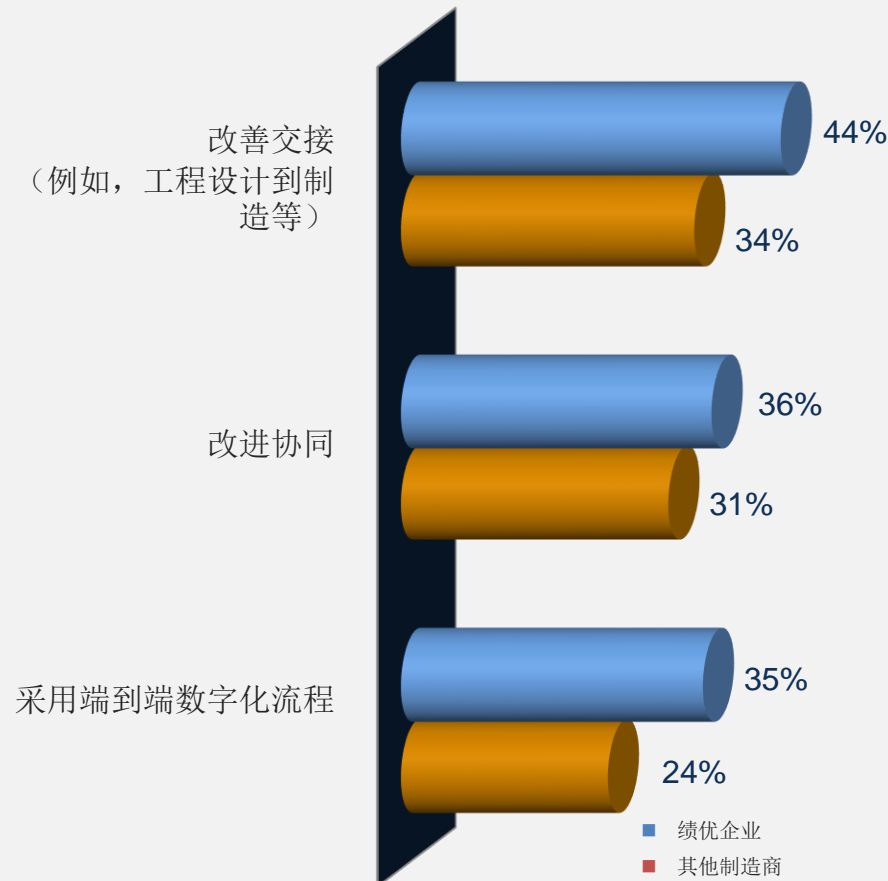
更好的协同

改善协同的机会有很多。除了能改善交接和效率之外，协同也能协助解决问题。例如，在后期实施更改时可能需要额外冷却通道，但模板已送出等待深钻孔加工。在适当的协同下，受影响的各方都了解此项更改，因此能够及时更新图纸、通知制造部门、调整时间表并备好冷却

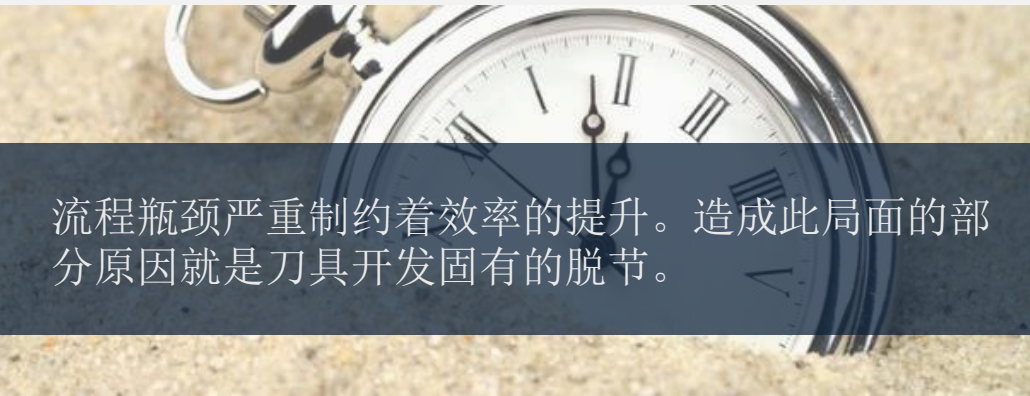
通道，等待模板送回，交付也不会因此受到影响。

支持端到端流程意味着为竞标所准备的详细信息切实用到了设计环节之中，且设计信息顺畅地流向生产环节。

提升竞争力的策略

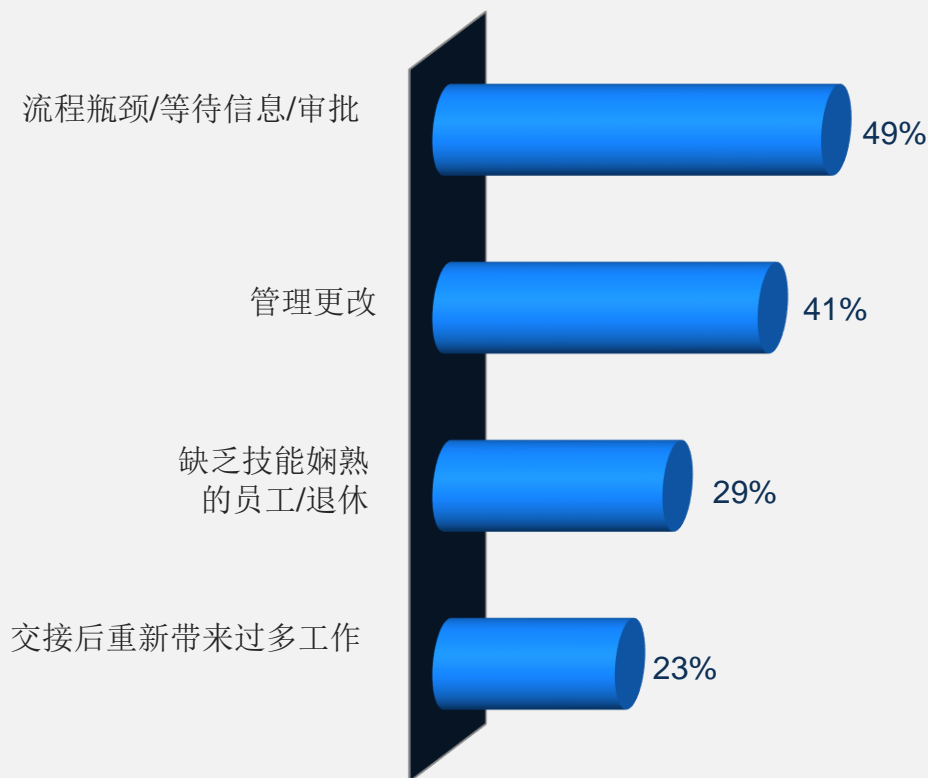


端到端流程中存在的挑战



流程瓶颈严重制约着效率的提升。造成此局面的部分原因就是刀具开发固有的脱节。

端到端流程中最为严峻的挑战



改善端到端流程时的注意事项

为实施各种策略并改善端到端流程，模具制造商必须克服多项挑战（参见图表）。

流程瓶颈和更改

流程瓶颈严重制约着效率的提升。造成此局面的部分原因就是出价到生产的刀具开发所固有的脱节。各阶段被动等待所需信息、延迟发送所需数据、信息不完整以及详细信息出现冲突，这些问题全都拖慢了进程，影响按时交付。而最为严重的是，数据不兼容会产生更多瓶颈。通常，零件设计采用一种 CAD 格式，模具设计会采用另一种格式，而 CAM 可能需要额外的数据转换。每一个步骤都需要执行令人不快的导出/导入流程。未能正确转换的表面需要清理和修复。每更改一次，就必须重复执行这一冗长的过程。有时只在一处而未在其他处实施更改，就会产生错误。而大多数时候，处理导出/导入/修复流程所牵涉的工作实在太多了，导致大量数据重复创建。

技能娴熟的员工

若缺乏技能娴熟的员工，模具制造商会多个方面受到冲击。员工必须拥有丰富的塑料、注塑成型和加工知识。在报价阶段，员工需要根据所用树脂和填充物的类型来识别特殊需求。模具设计人员需要了解放置冷却通道的位置，以优化冷却。热电偶必须放在正确位置才能获得恰当的温度读数。在未预留钻孔间隙的位置上，不可放置热电偶。加工期间，必须优化速度和馈送才能实现所需的表面精加工。鉴于注模零件复杂且独特的性质，培养这种级别的专业技能需要好几年时间。

支持端到端流程

自动交接

为克服端到端流程中存在的挑战，绩优企业利用自动化来支持交接的几率比同行高出 28%。他们会在整个流程中充分运用统一数字化模型，进而自动在流程各阶段之间实现交接。这样他们就能避免在流程的每一步都手动重新创建工作，既节省了时间，也降低了引入错误的风险。

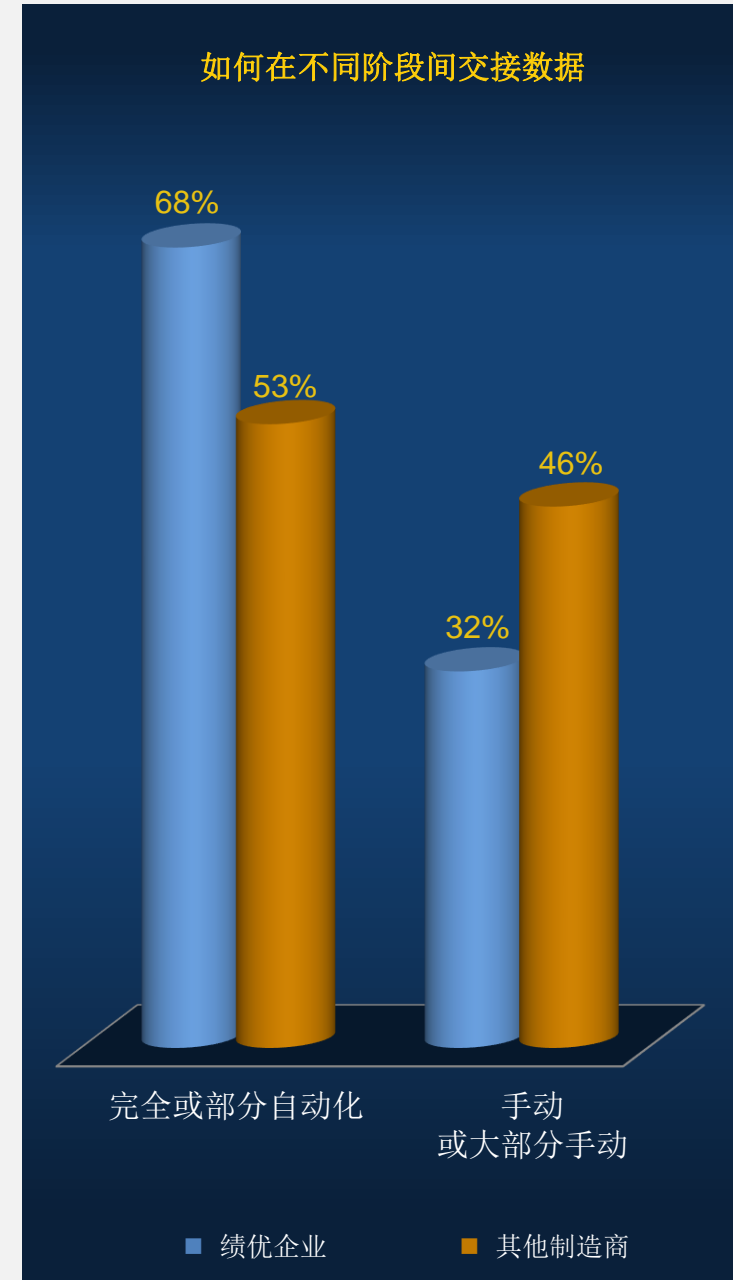
重用的强大力量

模具相当复杂；准确的出价通常要以一定程度的设计为基础。中标后，这项工作会自动移交给设计环节。之后，工程设计团队便能以现有工作为基础来展开自己的工作。重用数据不仅省时，还有助于预防错误，确保已报价产品与正在设计的产品完全一致。仿真期间可以通过重用设计来识别任何潜在问题，从而减少模具试验期间出现的延迟。此外，还可通过重用设计来开发刀轨。同样的道理，整个流程都使用相同的数据可节省更多时间。不仅如此，您还可以更加确信，出产的成品完全符合设计。

克服挑战

这一过程能够避免令人不快的导出/导入流程。更重要的是，自动化意味着每次出现设计更改，刀轨都会自动更新。

接下来，我们将提供七个建议来助您进一步提升竞争力。



绩优企业利用自动化来支持交接的几率比同行高 28%。

1. 简化出价过程



平均来说，模具成本比出价期间预估的高 27%，且交付的时间要长 28%。

如何制定出价

38%

15%

基于特征的自动化出价

■ 绩优企业

■ 其他制造商

出价的障碍

调查对象表示参与竞价时面临两大挑战——手动流程耗时过久、需要进行大量培训。您必须了解哪些因素会抬高定价、如何准确预估交付时间并保持报价优势，同时满足这些条件方能中标。要想实现这一目标，您需要投入大量的工作。创建准确报价之前，通常还必须启动初始设计工作。

即便如此，调查对象仍表示，平均来说，模具成本比预估的出价高 27%，且交付的时间要比预期的长 28%。

最佳实践

为克服这些挑战，绩优企业采用基于特征的自动化出价的几率是竞争对手的 2.5 倍。基于特征的自动化出价能够识别零件/模具特征，并向其自动分配成本。例如，零件设计中可能存在一个底切，软件能将其识别并为滑块匹配一个恰当的成本。这样有助于解决培训问题，提升流程的自动化程度，从而避免了手动步骤。

这个自动化流程让他们得以创建初始 CAD 模型。而且，所有这些努力都不会白费。绩优企业在出价期间开发可供工程设计重用之初始 CAD 模型的几率比同行高 26%。此为创建从出价到设计之数字线程的第一步。工程设计人员利用出价阶段完成的工作，节省了工程设计的时间。此外，由于模型内含出价相关的所有内容，因而从销售到工程设计的交接也得到了改善。

这样便可确保工程设计的内容与已报价内容相符。这样，也就无需担心销售忘记核对表单上的某些内容，也无需被动等待所有出价文书。所有的参数和工程标准都会嵌入到单一模型。

2.支持刀具设计过程中的协同

沟通不畅导致的成本

如本电子书所述，实施更改是刀具设计中存在的一大挑战。实施更改的能力提升后，即可避免质量问题、节省时间并降低成本。事实上，沟通不畅会让刀具的成本增加 26%。导致这些成本的因素多样。举个例子，设想一下以下情形：某一处更改未得到充分沟通且主要设计工作以过时信息为基础开展；订购的钢制品尺寸不对；发放到制造环节的图纸版本有误。上述任一项错误都会造成废料和返工，增加模具成本。

最佳实践

绩优企业支持设计和生产之间协同的几率比同行高 50%。此类协同包括确保更改已实施到生产环节，避免该环节利用过时信息。此外，考虑到缺乏技术工人所带来的严峻挑战，增强设计和制造环节之间的沟通有助于弥合知识缺口。制造环节将能够清晰了解工艺性，可协助提供建议来避免后续问题。例如，他们能够发现的问题有：无谓的紧密公差会增加加工成本；间隙不够，不足以在型腔中钻出一个深腔。

关联性

绩优企业在零件和刀具设计之间确立关联性的几率也要高出 52%。如此便可确保对零件所实施的更改将自动更新到刀具设计。当您发现可能影响质量的零件设计缺陷时，这种关联性特别实用。例如，注塑成型仿真可能会显示设计将使零件翘曲，因此模具设计人员会建议加一个筋板。通过关联性，零件设计人员做出更改后，模具设计会更新以反映零件的更改。若利用关联 CAM 解决方案，则已生成的所有刀轨也将得到更新。这样您就能提前开始部分设计工作，无需等待前一个阶段完成，因为更改会自动更新到所有位置。

为支持关联性，绩优企业利用原生 CAD 模型的几率更高。利用原生模型挑战在于，并非所有人都使用同一款 CAD 工具，因此，如果某种 CAD 工具能够为多 CAD 数据提供优异的支持功能，那么它将独具优势。

沟通不畅
会让刀具的成本
增加 26%。



3. 验证工艺性以保证质量

避免零件缺陷并不简单

质量高低对竞争力高低有至关重要的影响，有鉴于此，第三个建议是通过验证工艺性来保证质量。这一点与实施设计更改息息相关，因此模具设计的首要挑战便是避免零件缺陷。缺陷包括翘曲、焊接线、缩痕等。零件缺陷带来的挑战不容小觑；团队需要尽力排除故障并纠正问题，因此缺陷会将模具试验的时间延长 42%。模具设计人员面临的问题是，即便这些挑战通常是由拙劣的零件设计所致，承担责任的却往往是模具制造商。

注塑成型是一个充满变数的热力学难题；即便拥有多年经验也很难准确预测后续情形。经验老道的人才愈发难寻，若不加干预，这个问题只会继续恶化。

最佳实践

为解决这个问题，绩优企业使用软件仿真来协助发现问题的几率要高 16%。利用仿真在设计阶段识别问题，就避免了在模具试验阶段仍发现此类问题。因此，他们能够防止因返工而导致的延迟，也无需对不同工艺参数进行实验。



零件缺陷带来的挑战不容小觑；它们会将模具试验的时间延长 42%。



4. 优化周期时间



绩优企业使用注塑成型仿真来协助优化周期时间的几率要高 47%。

周期时间的重要性

如第 4 页图表中的调查结果所示，为保持竞争力，模具制造商的要务之一是缩短周期；因此，我们的第四个建议是优化周期时间。尽管所有调查对象都认可周期时间的重要性，但绩优企业将其视为需要高度注意事项的几率高出 2.1 倍。

最佳实践

与工艺性一样，为制定更周全的决策来优化周期时间，绩优企业依靠的是仿真。他们使用注塑成型仿真来协助优化周期时间的几率要高 47%。许多变数都会影响周期时间，因此在数字化模型中做出这些调整可大大缩短模具试验时长。此外，在数字化环境中，您可试用更多选项，不必调整处理参数或小批量返工。此外，在数字化环境中，模具试验的时长将大大缩短，且不会产生任何废料。

5.生产规划自动化

生产规划挑战

我们的第五个建议是让生产规划自动化。主要生产挑战已在下图列出。有了正确的 CAM 软件，这些难题便能迎刃而解了。

生成刀轨时所面临的主要挑战



自动化

利用 CAM 解决方案时，与业内同行相比，绩优企业注重以更高程度的自动化来缩短编程时间的几率要高 34%。这个方法也能够支持更改，因为自动化后刀轨的更新将更简单。

最佳实践

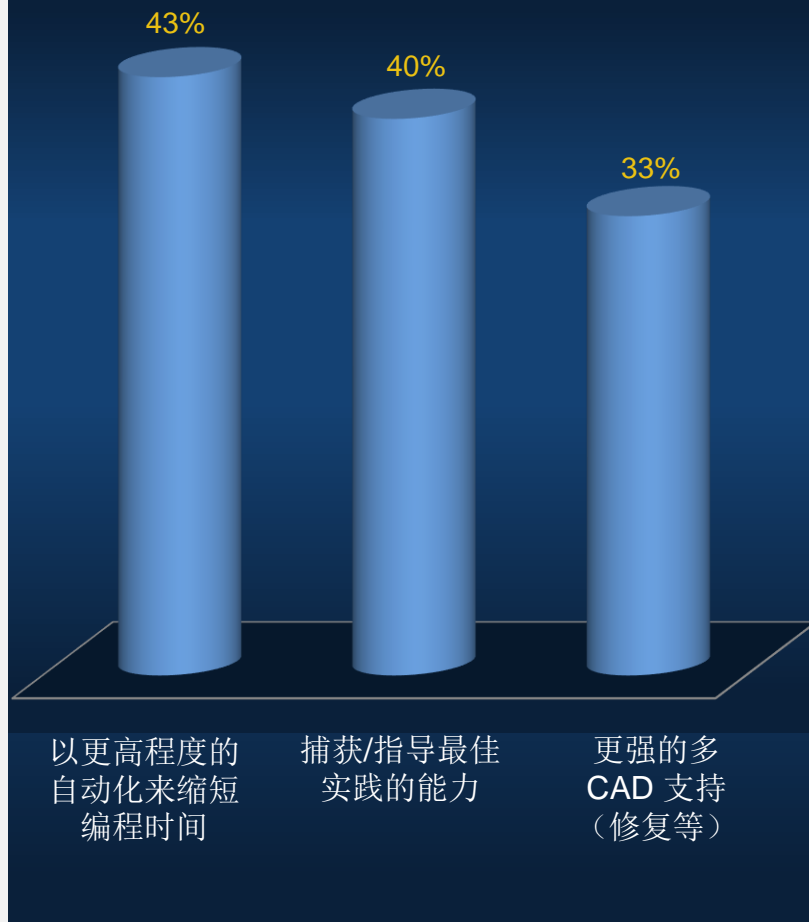
要想克服挑战，制造商需要用知识、经验以及经验法则来武装自己。若缺乏技术工人，则很难培养专业知识。虽然制造商可能已将公司加工准则整理为一本手册，但查阅起来并不一定方便。绩优企业通过 CAM 解决方案来捕获最佳实践并提供准则的几率要高 33%。

多 CAD

绩优企业同样在寻找更强的多 CAD 支持，希望借此提升自身的灵活性，为众多客户和供应商提供支持。需要实施更改时，多 CAD 支持特别实用。这种支持可以减少导出和导入 CAD 数据的次数，甚至有可能完全避开冗长的流程。

绩优企业注重以自动化来缩短编程时间的几率要高 34%。

绩优企业足够重视 CAM 解决方案，能够切换不同工具的能力



6.支持质量验证流程

为检测作准备，同时节省时间

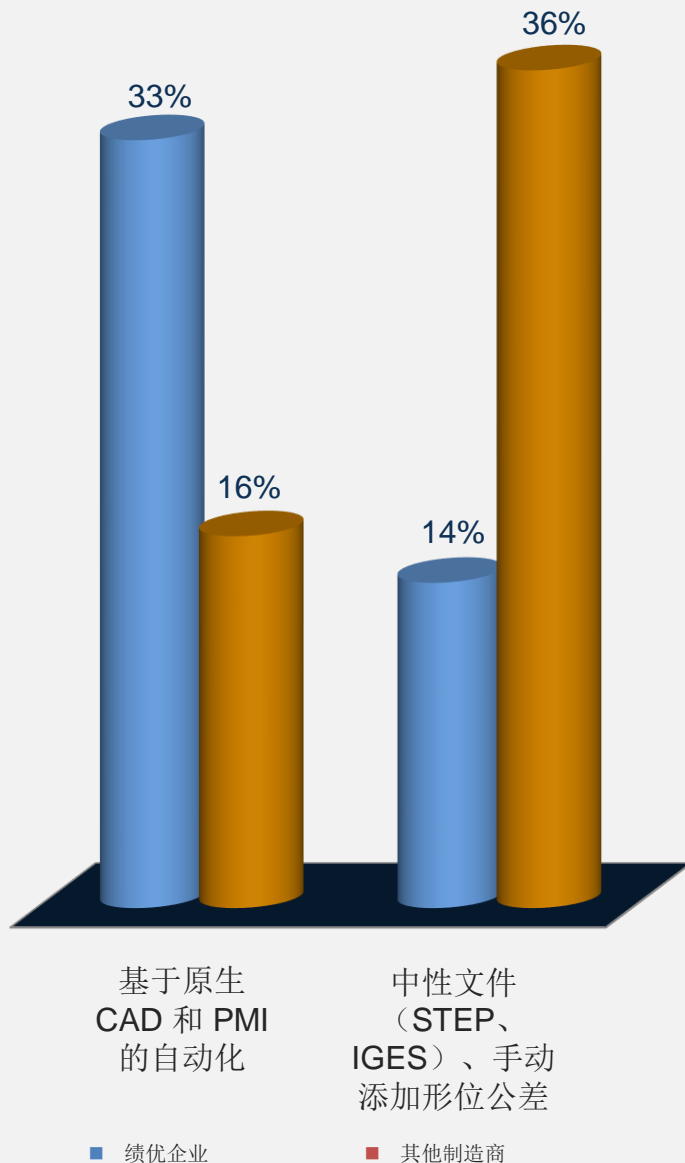
持续采纳建议，支持质量，继续利用数字化模型来支持检测。这样既省时，也可确保基于既定的设计对零件进行验证。

使用 PMI

绩优企业基于原生 CAD 模型和产品制造信息 (PMI) 促成 CMM 编程自动化的几率要高 2.1 倍。他们可在设计阶段嵌入 PMI。由于使用统一数据源，所以每个人都能参考模型，为下游流程增加更多价值。此举能够促成 CMM 编程自动化，不仅省时，还可保证准确度，有效避免了错误重复。

另一方面，其他制造商更倾向于导入如 STEP 或 IGES 等中性 CAD 文件，然后手动添加形位公差信息。这个流程的冗长程度更甚，不仅需要重复工程设计环节已完成的工作，还提高了引入人工错误的风险。

CMM 编程的开发方式



绩优企业基于原生 CAD 模型和 PMI 促成 CMM 编程自动化的几率要高 2.1 倍。

7.使用集成式解决方案

集成可支持端到端流程

使用集成式解决方案是支持端到端流程的最后一步。集成式平台可让您创建跨流程所有阶段的数字线程。模型始终位于平台中，所以您不会打破线程。您可因此获得整个生命周期的可追溯性。此项技术将支持更改并自动在平台上更新所有内容。您无需考虑手动更新、担心忽略某些内容或忘记通知受影响的各方。

右侧图表显示的是绩优企业建议集成到理想解决方案中的最常见应用。

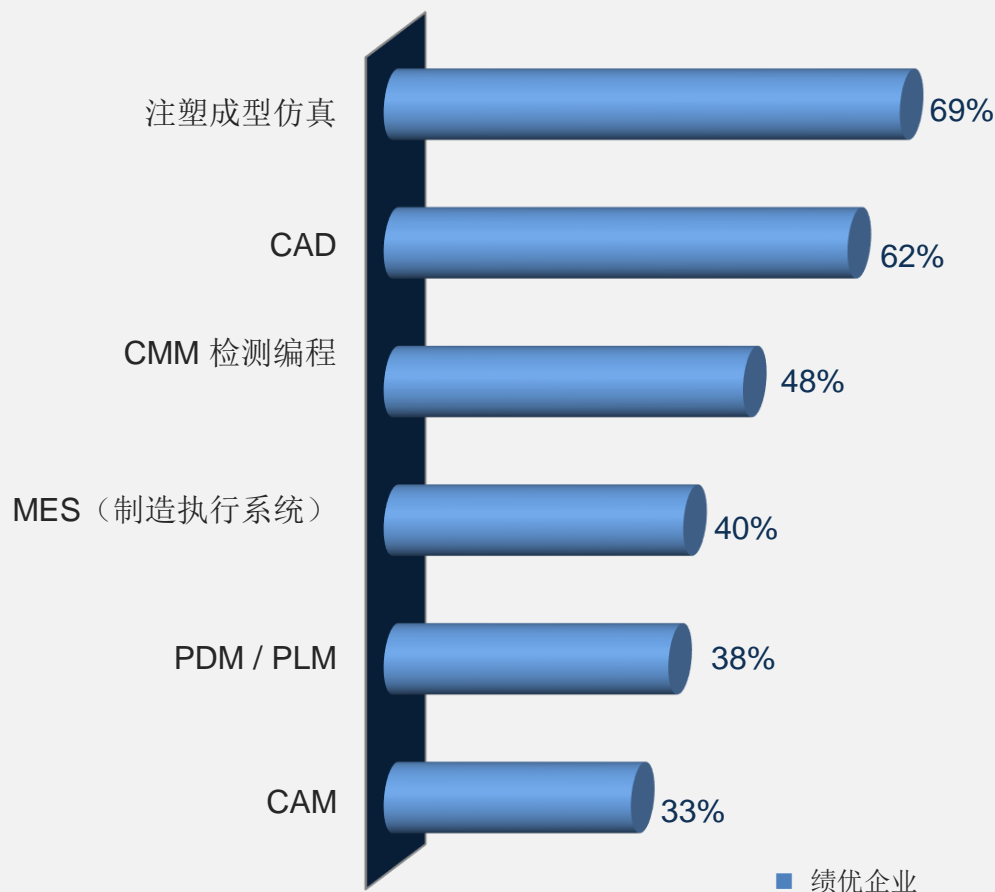
理想解决方案

将注塑成型仿真与 CAD 集成后，在设计过程中对设计的工艺性进行评估将更加简单，有助于您尽早发现问题。此外，集成还会让不同选项的迭代更简单，为您打造更优秀的解决方案。将 CAD 模型与 CMM 检测编程集成后，在编程期间利用模型也更为简单，既省时又提高了准确度。集成 MES 后，您可利用一种机制，更方便地将数据与制造环节共享。您还能确保制造环节有权访问最新设计，避免所用版本有误或信息过时。产品数据管理 (PDM) 会将数据集中，因而其他人不必费时查找数据。此外，PDM 还会管理访问控制，这样您就可以对什么人可以在什么时间查看或编辑数据进行管理。除了数据管理外，产品生命周期管理 (PLM) 还会管理工作流和流程，为整个生命周期的不同阶段

提供支持。最后，集成式 CAM 解决方案可让您直接使用 CAD 模型，确保任何模型更改都能自动反映到刀轨中。

集成式平台可让您创建跨流程所有阶段的数字线程。

理想的解决方案中应集成哪些内容？



展望未来

技术的影响

除了可改进流程的建议之外，我们还需要关注未来趋势，预测它们将对您有何影响。业内已出现多种可以影响注塑成型的技术进步。绩优企业往往走在技术运用的最前沿，因此了解他们的举措将有深刻的指导意义。

3D 打印和保形冷却

尽管注塑成型仿真是绩优企业当下优化周期最常见的方式，但有些新方法也正崭露头角。36% 的绩优企业会将填充料与保形冷却通道搭配使用。目前，37% 的绩优企业使用 3D 打印来生产填充料，另有 33% 计划实施该举措。在 33% 计划实施该举措的制造商中，有 55% 打算在一年之内实施，所以在不久的将来，这项举措将得到广泛采用。

自动化系统

自动化程度应该得到提升。事实上，47% 的绩优企业表示将在接下来的五年里，他们将加大对工厂自动化和机器人的投资力度，以提高自身竞争力。值得注意的是，88% 的绩优企业早已实现一定程度的自动化。已投入使用的最常见自动化系统有：

- 装配机器人 (51%)
- 视觉系统 (47%)
- 传送带系统 (42%)
- 物料输送机器人 (40%)

云

云解决方案的采用率也可能提升。目前，

53% 的绩优企业表示其至少采用了一款云解决方案来支持模具设计或生产。平均来说，他们所用的应用中，有 58% 是云产品。在使用云产品的绩优企业中，他们认为云可以发挥强劲作用的领域有：

- 模具设计/CAD (67%)
- 数据管理 (48%)
- 刀轨仿真 (37%)
- 注塑成型仿真 (37%)

未来几年，这些新兴技术势必在模具设计和生产领域发挥更大作用。



36% 的绩优企业会将填充料与保形冷却通道搭配使用。



结论与建议



绩优型模具制造商支持端到端流程，能够在小组的不同阶段改进协同并改善交接。

模具制造商的机遇

模具制造商需要让客户满意才能保持竞争力。他们需要保证模具及所生产零件的质量、管控成本并按时交付。遗憾的是，实现这一目标面临着重重挑战。全球竞争日趋激烈，技术工人难以寻觅，利润空间也持续缩水。为了克服困难局面，绩优型模具制造商支持端到端流程，在小组不同的阶段改进协同并改善交接。

提到端到端流程，多数模具制造商都对流程瓶颈和更改管理感到力不从心。若能创建跨整个流程的数字线程，便能获得对整个生命周期的全面可追溯性。设计详细信息可在各阶段重用，通过避免错误重复而节省了时间、通过降低引入人工错误的风险而提升了质量、通过尽早发现问题而节省了成本。

建议及后续步骤

根据本研究及我们的专业知识，我们建议模具公司：

- 简化出价过程
- 支持刀具设计过程中的协同
- 验证工艺性以保证质量
- 优化周期时间
- 生产规划自动化
- 支持质量验证流程
- 考虑采用集成式平台

关于本研究

数据收集

Tech-Clarity 通过网页调查向 370 多家模具制造商征集答复并对其进行了分析。收集调查答复的方式包括直接电子邮件、社交媒体以及 Tech-Clarity 发布的网络贴文。

行业

受访对象来自具有代表性的不同行业。37% 来自汽车行业，26% 来自工业设备行业，25% 来自高科技行业，24% 来自消费品行业，17% 来自航空航天与国防业，15% 来自生命科学，等等。*

公司规模

受访对象来自各种规模的公司，其中 20% 来自年收入不足 1000 万美元的公司，20% 来自年收入介于 1000 万美元和 5000 万美元之间的公司，12% 来自年收入介于 5000 万美元到 1 亿美元之间的公司，22% 来自年收入超过 1 亿美元的公司。26% 的受访对象未披露其所在公司规模。公司规模以美元为单位计算。

地理位置

受访公司开展业务的地区包括

亚洲 (47%)、北美 (42%)、西欧 (39%)、东欧 (20%)、拉丁美洲 (11%)、澳大利亚 (10%)、中东 (9%) 及非洲 (5%)。*

职位

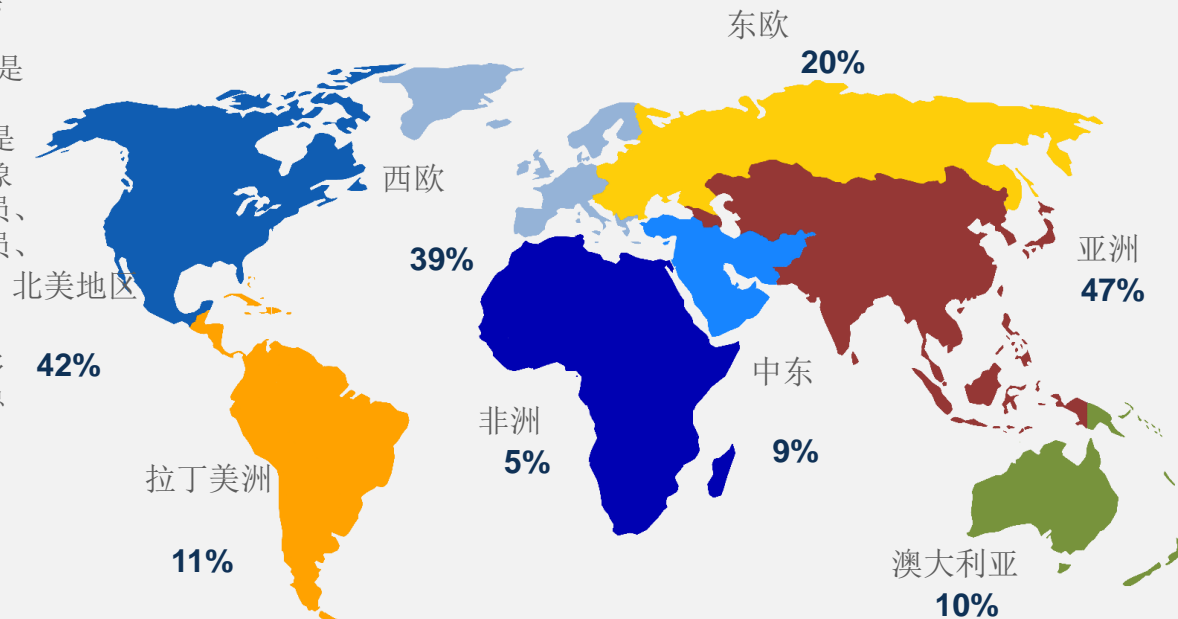
受访对象包括 7% 的主管、11% 的总监或副总裁级别高管、34% 的管理层人员以及 48% 的个体工作者。

职务

在受访对象中，20% 是刀具设计人员、19% 是工程师、16% 是制造工程师、13% 是产品/项目/计划管理人员、9% 是行政管理人员、5% 是质量管理人员，其余受访对象所担任的角色包括机器操作员、数控编程人员、电极设计人员、其他制造人员等等。

* 请注意，因报告中诸公司在多个行业及地区开展业务，所以总值可能超过 100%。

受访对象来自不同行业、不同规模的公司及不同地区。



鸣谢



米歇尔·布歇
副总裁
Tech-Clarity

关于作者

米歇尔·布歇 (Michelle Boucher) 是研究公司 Tech-Clarity 工程软件研究部门的副总裁。作为一家独立研究和咨询公司，Tech-Clarity 专门提供针对软件和服务的商业价值分析服务。米歇尔在工程、市场、管理领域拥有 20 多年工作经验，并担任过分析师。

米歇尔毕业于巴布森学院毕业并以优异学业成绩获得 MBA。此外，她还以优异的成绩获得了伍斯特理工学院的机械工程理学士学位。她是一名经验丰富的研究人员兼创作者，累计对 7000 多名产品开发专业人士进行过基准评估，并发表过 90 多篇产品开发最佳实践方面的报告。

作为一家独立研究公司，Tech-Clarity 致力于阐明技术的商业价值。我们的任务是分析公司如何通过合理使用最佳实践、软件和 IT 服务，来改进产品研究、创新、开发、设计、建造、生产及支持的方式。



Tech-Clarity.com



TechClarity.inc



@TechClarityInc



Tech-Clarity

图片来源 © Can Stock Photo / phuchit (pg.2), sspopov (pg.3, 13), Neirfy (pg.6), hayatikayhan (pg.8), SergeyNivens (pg.10), Kzenon (pg.11), phuchit (pg.15), prescott09 (pg.17), bozhdb (pg.18), Speedfighter (pg.19) 以及 Thibdx [CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)] (pg.12).

版权声明未经 Tech-Clarity, Inc. 明确书面许可，严禁使用和/或复制此材料。本电子书已授权给 Siemens / <https://www.plm.automation.siemens.com/>

SIEMENS