

设计

可维护性设计

该是将各种特点设计到模具中的时候了，这将为模具的修复提供一条最简便的捷径。

文 | James Bourne, SRG Global 模具主管

这里所说的“DFM”并不是“Designed for Manufacturability (可制造性设计)”的缩写，而是“Designed for Maintainability (可维护性设计)”的缩写。每一台机械设备最终都需要维护，这是一个事实。认识到这一点，设计人员应该意识到他们的任务不只是简单完成模具的设计，而是要更具动力。众所周知，由于受恶劣环境的影响，在缺乏训练的安装技术人员手中遭受“虐待”以及被不可避免的碰撞所造成的危害，使模具逐渐

磨损，因此从这一点出发，人们将各种不同的特点设计到模具之中，这将为模具的修复提供一条最简便的捷径。

经久耐用性

鉴于我在汽车领域工作多年，曾多次听到有人提出这样的问题：该系统经久耐用吗？提出这种疑问的含义无非是想要了解整套系统是否具有足够的安全性。当一个零件发生故障时，是否能确保整套系统不停机？是否有备用的替代设备？如果自动化设备停机，

是否可采用手工组装工艺？为恢复停机造成的中断，在供应链中，是否有我们需要的足够零件？总之，你们将会获得有关这些问题的一个答案。

对于模具而言，问题并不只是精心打造工具而已。现在的问题并不是指这个模具能否制造出合格的零件，而是这个模具能否在其所承受的工作压力下，发挥正常的功能，达到所期望的运行周期数。而且，在出现故障的情况下，是否有修复计划？该模具的设计和建造是否便于直接维修？

一套功能强大的模具，不只是一种让模具工能够生产制造塑料件的工具；而应该是一套让制造商能够支持供应链，以最少的停机时间和维护费用满足客户需求工具包。这个工具包应该是一项设计完美的工程产品，而且是遵循基本原则、按规律应用的一种生产成果。

经验教训

所谓完美工程设计的第一项基本原则是关于经验教训的总结。几年前，我曾在一家车间工作，在那里碰到的首个模具维修问题就是漏水，但我们仍继续批准那种在非不锈钢插件上装有O型圈密封防水线的模具设计。我们作为一个企业，从来没有吸取这个教训。在任何情况下，给人们造成烦恼的问题或不便，为我们提供了一个学习的机会，在任何相似的场景下，都应该牢记这些经验教训。

要从历史中吸取教训，那么您必须要养成收集数据和分析数据的习惯。例如，我至少能够想到三种不同的方式：模压螺纹、

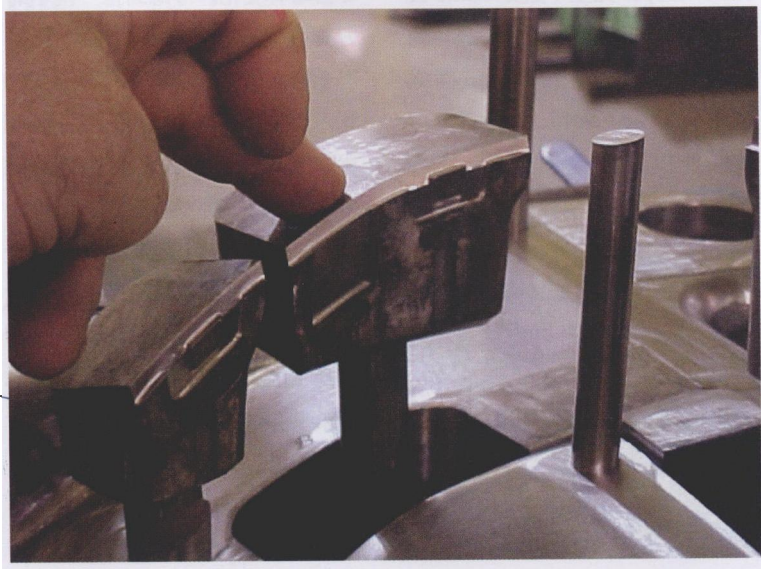


图1 互成一线排列而妨碍接近的圆柱形插销

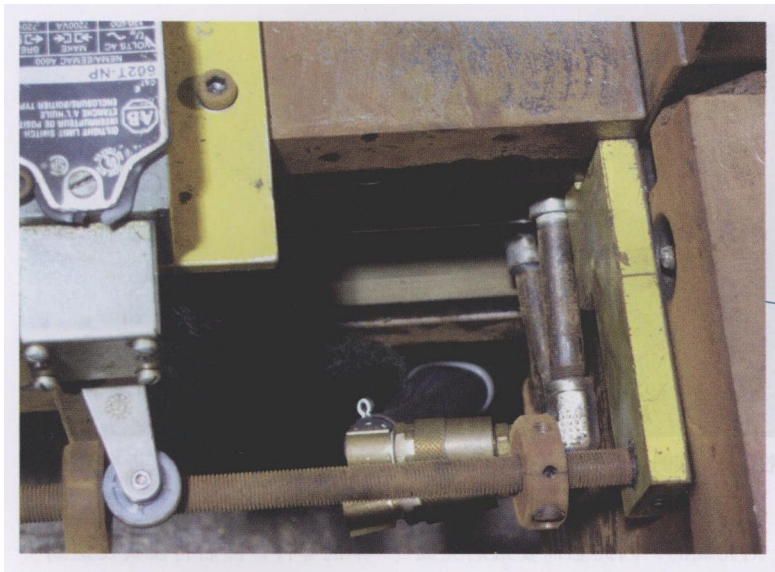


图2 不拆卸气缸塔就无法撤除上部的管路弯头，它们将会妨碍接近活塞杆上的扳手平头

用材料制造吗？它需要热处理或特殊的涂层吗？

2. 功能设计

替代能力原则的第二个方面是设计部分。在过去的30年中，所有的技术进步已经改变了模具制造工艺，使其变得更好，其发展趋势是将更多的功能在一个整体材料上切割加工成型，而不是将单独加工的元件拼凑在一起，制成一个型腔。

我不能提倡我们回头走曾经走过的老路，我不知道这样做是否更好，但它肯定是不符合成本效益的。不过从可维护性的角度来看，采用可更换的型芯有很多好处。从整体模具切削加工中断裂下来的一个直立型芯，需建立一个用焊接方法修补的受损区域，将模具的另一半安装到一台足以加工整块钢材的铣床上，精确地选定一个位置，并运行一系列程序，重新加工与现有零件形状完美融合的细节。而对于一个可替代型芯上的相同细节，则可以在一台车床或铣床上加工，并使用一种小型手工工具安装。

可更换元件的正确应用是成功的秘诀。评估哪些元件最有可能受到侧向应力的影响，引起零件疲劳而导致其发生故障。型芯的长度也应予以考虑。有时，甚至是部分脱模的零件，因挂靠在型芯上，可能会造成其弯曲。可更换的设计不会影响其固有的特性；这也适用于升降杆和滑板。在默认情况下，这些类型的模具是独立的组件，可以更换，但其可更换的设计需要掌握“可接近性原则”和“KISS原则”两条原则。

可接近性原则

体现彻底性是其设计特点之

可拆卸的型芯和可拧开拆卸的型芯（齿轮齿条的设计）或液压马达驱动的螺纹式可卸型芯。比较这三种设计的性能和维护成本，将能够为您提供一个更好的经验。

可替换性原则

可替换性原则主要分两个方面：关键零部件的库存和功能设计的考虑。

1. 关键零部件

在一个精益管理的生产环境之中，成品的仓储堆放是个例外，按计划准备好需要运行的模具是非重要的。准备需要运行的模具，要求在工作台上快速周转。减少钳工加工时间，一方面取决于零件本身，另一方面取决于技术人员的技能水平。关键零部件的库存，犹如您汽车后备箱中的备用轮胎。

您可以携带一个备用轮胎及一些撬棒和手压泵，但带有一个可用螺栓安装的充气备用轮胎，情况就大不一样了。采用SMED工作方法，可起到关键作用。凡是能够离线提前完成的任何工作，都会加速维修进程。那些可能从来不用成品备件，其库存费用是相当昂贵的，这种过分谨慎的

做法是没有必要的，但与发运出错的情况相比较，愤怒的客户将会对你的质量产生质疑，从这一角度来看，他们的这种做法似乎也是一种明智的选择。

请记住，我们正在谈论的问题是：可维护性的设计问题。因此，我们谈论的零部件，应该作为经久耐用的备件包的一部分提供。这不是指现成的标准件，如顶针和弹簧，而是指发生故障时所需的升降杆、滑板和型芯以及可能需要数天或甚至几星期加工的更换件。

确切地说，我们正在谈论的究竟是什么零部件呢？要想获得上述两个问题的答案，需要经过很长的一段路。第一个问题是：“故障的模式是什么样的？”该零件是否更容易磨损或发生灾难性的故障？一个可能因磨损而易于出现故障的零件是可以预见的，并可以在发生故障前订购。

第二个问题是：“在更换零件过程中，什么叫相对困难？”相对困难不仅指必需付出的工作，而且需要花费大量的时间。这个零件可以在确定维修的过程中制造吗？或者需要模具制造商提供全面的服务？它可以用现成的备

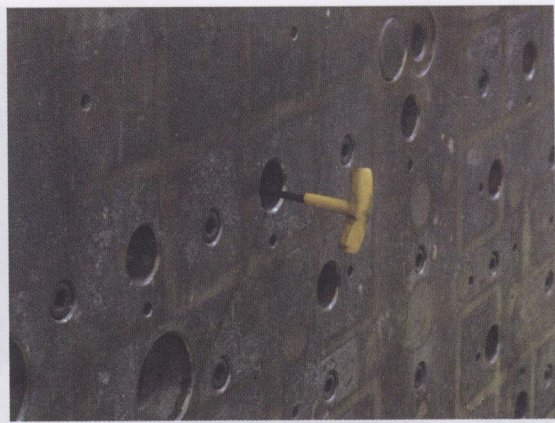


图3 这是通过夹板（左图）原理实现可接近性的一个实例，所有这些升降杆的顶端都带有攻丝螺纹，可通过夹板接近（右图）

一，它易于接近需待拆卸进行定期清洁、调整、维修或更换的元件。例如升降杆头上的圆柱型插销。如果有一排串联式升降杆（图1），其圆柱形插销应当这样排列：当接近一个插销时，不应被同一线上的另一个升降杆所阻挡。要具有能够从PL线上卸除一个升降杆的便利性，同时模具仍保留在压力机之中。从理论上说，可以使模具的维修更简易，节约了维护时间。

在前面安装的元件，以及任何可再次拆卸和更换的元件，能够节约时间和解决的问题。流道块、流道关闭阀和转换组件等，不管在什么时候，只要有可能都要采用前面装载的方式，这里介绍的只不过是其中几个实例而已（图2、3）。

通过夹板的方法可以实现可接近性目的。通过卸除夹板接近孔上的螺栓，就可对模具进行拆卸，这可以节省几个小时的拆卸时间，减少固有的危险处理程序。相信大家都看到过一种箱子：先将一块滑板滑移到一半的位置，这样您就可以将另一块滑板再滑移开一点，并继续下去直到您发现将其组合固定在一起的关键插销。更多的维修工作是在关键时

刻完成的，因此您需要最后完成的工作就是繁琐的拆卸，以支持关键的维修工作。在无需直接拆卸的情况下，应将拆卸工作记录在案。比较复杂的拆卸件，应作为新模具初期检验工艺的一个部分，进行识别和记录。

KISS 原则

保持“傻瓜式的简单”不只是一句简单的话；它也是良好设计的一个基本标准。永远没有必要将设计变得复杂化，简洁要比复杂具有更好的特性。我看到过加速的升降杆的运动所造成零件的缺陷和维护问题。一旦拆除，就会缺少加速特性和模具的功能，或许这至少不会损害零件的完整性，这就引发了这样一个问题：为什么它会采用那样的设计方式？当采用一种简单的特殊设计，就能允许一个平面作足够的滑动动作时，为什么要制造一个倾斜的滑板呢？

在我所经历的维修事件中，对于模具的每个细节，采用逆向工程远比3D打印图纸要普通得多。有时，将分型线放置何处的决定将可能成为一个决定性的因素，说明一个维修部门是否能够固定或被迫地设计和制造足够简

单的零件，然后将模具发送到一家可提供全方位服务的车间中。任何组件的设计都应足够简单，以便用标准铣床、车床和磨削加工设备制作生产，这些设备在大多数工厂内部的模具加工车间中是非常有限的，其在可维护性指数上的得分要比其他替代方法高得多。

最终，零件的几何形状决定了模具的设计，设计对其产生的影响至关重要，这是值得花费时间和精力去完善的。将可维护性融入到模具之中，需要在工艺流程前面找到一条管理之路。为下一个模具发出RFQ（报价请求）之前，需要作出决策，在业务计划中应考虑到维修服务是模具整个生命周期中不可避免的一个方面。然后根据RFQ要求，明确地了解客户的期望。这项工作可以通过“工作规划表”或“模具制造指南”进行处理。

质量是付出，而不是消费。正如投资回报率所计算的那样，所有权的成本或不管选用什么样的公制标准，一个计划有序和执行良好的模具设计，再结合全方位的综合性维护策略，那么您不仅仅只是在最后才能得到回报。[MM]