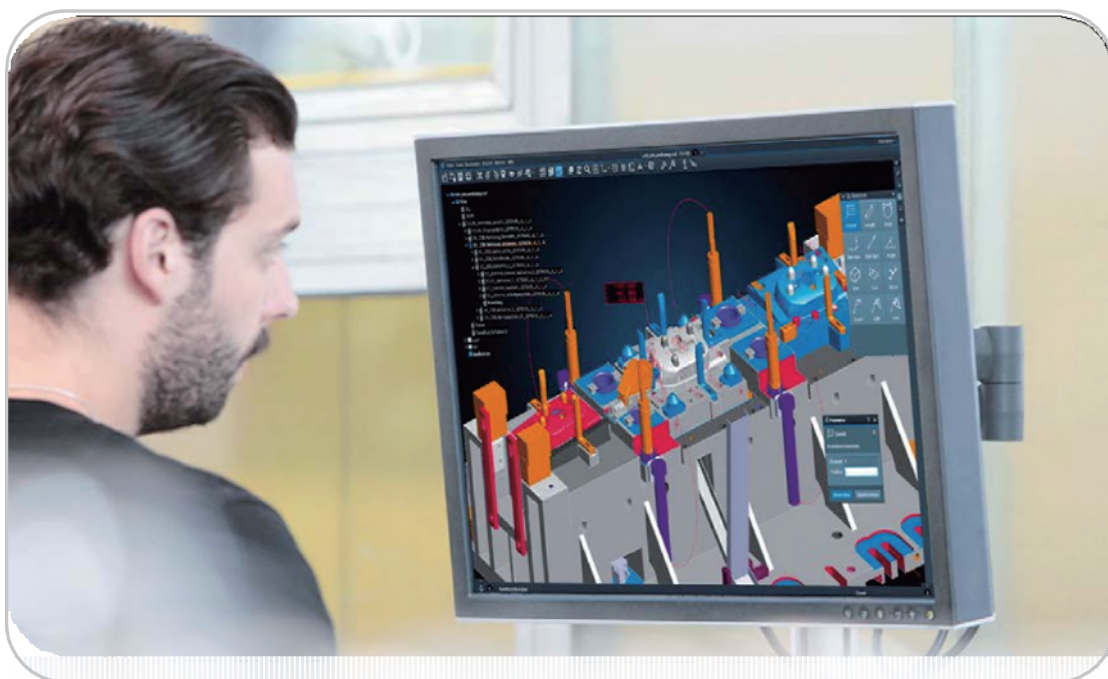


## Tebis 2018白皮书： 板料成形的创新技术——工业4.0完整的智能制造流程



© Tebis AG 版权所有

### **Tebis中国总部**

地址：上海市浦东新区科苑路88号德国中心2号楼7层726

电话：+86 21 2898 6980 邮箱：info-china@tebis.cn

网站：www.tebis-cn.com

## 目录

Tebis 2018白皮书：板料成形的创新技术——工业4.0完整的智能制造流程	1
概要	2
1. 稳步实现工业4.0	3
1.1 模具制造过程中的智能化	3
1.2 模具制造过程中的自动化	4
1.3 质量和自动化——互相矛盾？	4
2. 工业4.0完整的智能自动化车间级解决方案——互联的ProLeiS MES系统	5
3. CAD/CAM流程实现更高质量——制造完美的A级曲面	7
3.1 Tebis精细化模面设计	8
3.2 工业4.0完整的智能制造流程提高质量和节省时间	8
4. 自动加工标准和模板	9
4.1 Tebis小工件智能制造流程	10
5. 高效使用新技术	11
6. 从设计到调试，各环节紧密相连的解决方案	12

## 概要

随着工业4.0时代的到来，Tebis集中于将虚拟世界与现实世界联系在一起。核心主题包括智能化、自动化和高品质。Tebis专为模具制造开发的高效软件，借助标准化和整合制造知识来降低制造成本。新技术被整合在一起。比如制造流程与机器人相结合。另外，车间的数字化和MES解决方案的实施可实现对整个价值创造过程的管理。简而言之，Tebis模具制造流程可以提高生产效率，同时改进零部件的质量。

## 1. 稳步实现工业4.0

“工业4.0”描述了理想的智能制造工厂，其生产与现代信息和通信技术完美地结合在一起。员工与智能机床之间的交互更加高效。流程自动化，生产数据数字化且更加透明。对于许多中小型企业来说，工业4.0的概念显得过于抽象和无形，实施起来过于昂贵。但是，工业领域中的数字化和网络化程度都在不断提高。忽视这一点就会错过未来的良机。因此，问题不在于是否要加入这个行列，而在于如何加入。

智能制造工厂包含许多独立的模块。就工业4.0而言，高效的流程是自动化生产的重要基础。数字化、智能化的信息流以及规划和控制的概念至关重要。诸如无人化机床、机器人或网络化等许多技术已经在日常制造中得到应用。为了保持竞争力，还必须确保工件的高质量。Tebis专门开发的模具制造流程保证了这一点。作为一家流程和服务提供商，Tebis也为中小企业逐步实现工业4.0提供了完整的解决方案。

### 1.1 模具制造过程中的智能化

当前竞争日趋激烈，伴随着最终产品价格下降的是成本上涨及技术人才短缺。

模具结构变得越来越复杂，客户要求的制造时间越来越短。高生产力和高质量是保持竞争力的重要前提。流程链中的所有数据均可通过内部网络集成到生产计划中。取得的效果：产品制造周期更快、流程更高效和透明、灵活性更高、销售额增加。



图1: 模具制造工业4.0包括数字化、自动化和网络化的各个模块

- **技术和机床:** 制造流程在加工时间、产能利用和停机时间方面的数据透明
- **自动化:** 模板、标准和工艺库简化了工作并提供了安全性
- **软件:** CAD/CAM模拟仿真和刀具管理、产品数据和制造以及资源规划均被联系在一起
- **智能处理:** 每个零件上的条形码会清楚地提供零件状态和位置的相关信息
- **人员:** 员工可独立工作并做出更好的决策

这会形成一个有序的智能自动化的流程，其中人员、机床、软件和部件可以共同工作和交流。

## 1.2 模具制造过程中的自动化

自动化确保软件、机床和人员之间实现最佳互动，这要求制造中每个步骤得到更好的组织安排，并且使诸如小工件加工等流程标准化且与前后步骤相结合。Tebis模具制造流程涵盖所有领域：设计数据、接口、CAD/CAM、制造、装配、调试和打磨修正。同时，CAD/CAM中包含众多模面变形规则，可分开或结合使用。因此，可快速而灵活地实现预期目标。



图2: Tebis模具制造流程包括所有子流程，包括制造规划与控制

自动化和标准化保证了流程的稳定运行。强大的CAD功能和特征类型（例如孔或螺纹）确保了设计的可靠性。通过标准化NC程序的模板，员工只需很短时间的培训就可高效的工作，即使新员工也一样。虚拟机床在NC编程环境中模拟真正的加工中心和机器人。使用Tebis刀具库和加工模板创建高度自动化的NC程序。这将手动返工和打磨修正降至最低。得益于作业管理器和流程库，所有环节均可轻松结合。

## 1.3 质量和自动化——互相矛盾？

产品质量在保持企业竞争力方面发挥重要作用，尤其是拉延模制造中。只有高质量的模具才能保证最终产品的A级曲面。一般来说，模具制造的质量与每位钳工的专业技能相关，特别是在压机上调试模具需要大量的人力和丰富的经验。这与24小时全天候运行的全自动生产线形成鲜明对比。随着自动化程度的提高，机床开始承担日益复杂的常规任务。





图3: 机器人和自动化解决方案在模具制造中扮演着越来越重要的角色, 而模具制造最初的特点是密集的手工作业

但是机床无法做出决策且没有人类的经验和技巧。这导致了一种认为质量和自动化相互排斥的错误观念。但是同时实现高质量和自动化需要些什么呢? 如果在生产链的一开始就解决了质量问题, 并集成到软件中, 那么就可以从开始时减少错误和返工。例如, 可以将模具制造商的专业知识集成到模具曲面设计的早期阶段。在此基础上, 自动化流程可避免进一步的错误。通过端到端软件, 模具制造商的专业知识可贯穿整个生产链。因此, 可将手动返工和打磨修正降至最低, 并且保证最高质量。

## 2. 工业4.0完整的智能自动化车间级解决方案——互联的ProLeiS MES系统

当今, 工件的单件生产过程的复杂程度远超过机上加工本身。企业必须从头到尾对价值创造过程进行管理。问题在于: 如果没有关于项目状态和产能利用的全面信息, 则订单管理仅仅基于经验数据。如果生产计划或零件修改的重要数据未记录在案, 则结果就是返工和交货期限延误, 在搜索数据或资源的过程中会浪费时间, 机床停机状态增加。但是, 得益于数字化程度的不断提高, 来自机床和智能零件的许多数据均联网可用。通过这些数据就能对整个价值创造的流程链有一个清晰的概览。通过制造执行系统(MES), 可以对数据以及技术和组织流程进行建模、计划和处理。ProLeiS MES将项目经理、采购员和NC程序员, 到生产人员、库存经理和外部供应商的所有参与者都连接到一起。

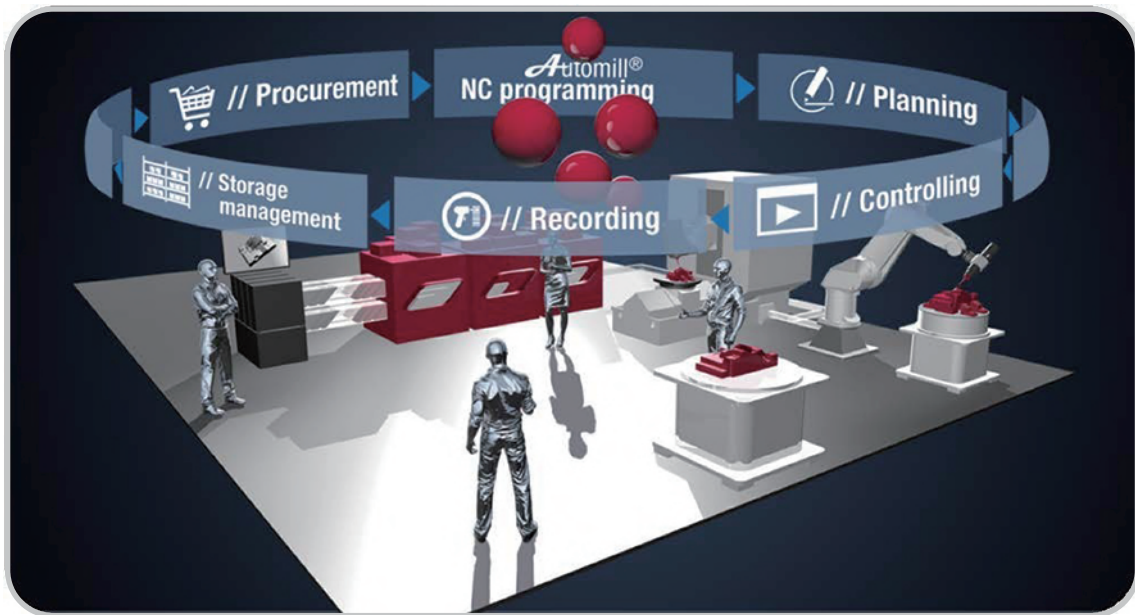


图4: ProLeiS MES可对制造项目进行全面的组织、计划和控制

#### 计划报价和生产

- 检查是否可以及时完成项目
- 检查是否可以满足交货期限
- 确定内部生产的零件和外包的零件
- 通过统一的管理实现人员和机床产能的最佳利用

#### 采购、登记和存储管理

- 订购必要的材料
- 将供应商整合到数据管理中
- 通过条形码登记零件
- 按时将零件交付到机床
- 管理刀具等生产资源
- 自动给模具装配区域生成装配订单

#### 设计、制造和装配

- 管理设计、制造准备和NC编程数据
- 随时进行设变改动
- 无纸化访问当前的设计和制造数据、处理装配订单和反馈当前状态

#### 通过质量监测和指标跟踪进行项目监测

- 项目经理纵观所有流程
- 监测时间结点、模具完成程度和资源分配
- 记录错误和问题
- 确定和评估关键数据，以便及早发现问题
- 挖掘制造过程中的潜力
- 可靠的成本计算

MES为企业提供了更好的生产计划概览和更高的生产信息透明度。可采集和评估价值创造链上生成的所有数据，并进一步处理。通过软件将关键信息联系起来。

结果：生产流程加快、产能得到更好地规划和控制。由此节约的产能可以处理更多的订单。将车间数字化与MES相结合可带来巨大的竞争优势。

### 3. CAD/CAM流程实现更高质量——制造完美的A级曲面

完美的A级曲面只能通过极高精度的模具制造出来。

模具制造面临的挑战在于，通过尽可能少的打磨实现尽可能高的精度，从而降低模具成本。除了高精度机床和刀具（例如HFC刀刃）之外，最佳的加工策略和一流的曲面质量也至关重要。因为NC加工出来的曲面质量依赖于您的CAD数据。因此，准确的模具曲面准备发挥核心作用。它决定了板件的质量和尺寸精度。Tebis CAD/CAM流程将不同的步骤联系起来，并改善上下环节的信息流。常见问题：

- 板料成形过程被模拟，板料回弹在模面中补偿。板料变薄和增厚往往会被忽视
- 根据项目的经验将模面分为强压区和避空区。在NC编程中，使用虚拟偏置
- 这会导致模具曲面出现棱角，这些棱角出现之后被钳工打磨掉

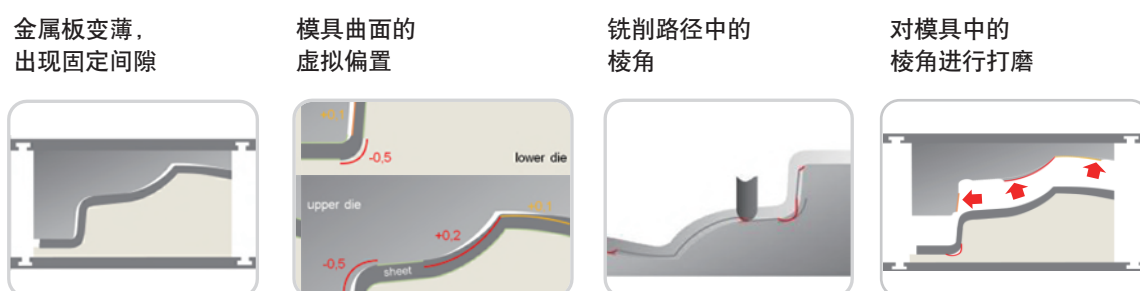


图5：目前用于外板件和内板件的试模流程

由于在设计阶段没有考虑调试信息，模具质量经常会受到影响。一方面，这是由于时间短缺，无法进行更好的模面准备。另一方面，企业并没有合适的软件处理模面流程。

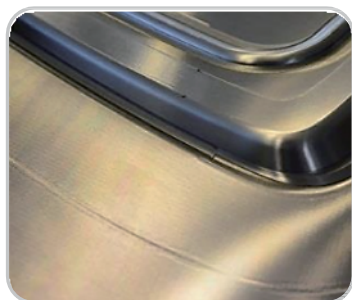
结果：模面需要大量的手工打磨。这使得模具质量严重依赖于模具制造商的经验：他们需要有丰富经验的钳工来打磨模具，以实现过渡曲面光滑。这需要花费大量时间和金钱。

### 3.1 Tebis精细化模面设计

模具调试过程的趋势是铣削而不是打磨。这里必须满足以下目标：

- 避免铣削曲面
- 板料变薄补偿不要在上压机后才着手处理
- 稳定和高效的数据处理，铣削曲面具有更高的质量要求

铣削模具曲面的  
可视边缘



在压机上调试后的  
模具曲面



目的：  
生成光滑过渡的强压模具曲面

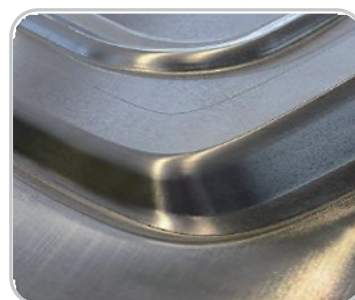


图6: 采用常规和Tebis流程加工出的模面对比

因此，Tebis流程解决方案将钳工的工作部分整合到模面的开发工作中。模面准备工作包括板料变薄补偿、强压区和避空区设计以及圆角避空设计。专用功能在没有虚拟壁厚的情况下直接进行编程，从而消除模面上可见的台阶。

这简化了CAD/CAM流程。对压机变形和模具变形的补偿可用相应的过度弯曲规则轻松实现。

通过连接光滑过渡的模面强压区和避空区可提高板件质量。机床上的NC加工刀路也起到重要作用。创新的铣削策略和高效的HFC铣削刀具可在简单的引导曲线之间创建均匀的路径布局，由此得到一个高质量的模面，进一步减少返工。

### 3.2 工业4.0完整的智能制造流程提高质量和节省时间

通过Tebis模面流程，信息更加顺畅。这减少了多余的沟通和错误，并确保了高质量。顺畅的流程来自多种因素的组合：

- Tebis模面流程使用更优质的软件功能，包括用于实现光滑过渡曲面的功能
- 在Tebis NC模板中储存加工策略，以获得最佳模面
- 精确的加工中心可使侧围模具的公差小于0.02毫米
- 将模具制造商整合到整个生产流程中，从而将制造专业知识融入到设计中

模面的准备时间和模具在机床上的加工时间均降低。模面流程和NC编程的紧密结合减少了调试时间。



#### 4. 自动加工标准和模板

诸如刀块、修边镶块或整形镶块的制造过程中存在巨大的潜力。这是因为，一方面，小工件的数量众多：一家中等规模的汽车行业一级供应商每年生产超过数千件小工件。另一方面，尽管小工件各不相同，但它们在结构上又非常相似，这是高度标准化的前提。Tebis小工件流程包括数据准备、NC编程和优化。为了确保流程顺利，必须实现两个主要目标：提高可靠性和实现制造自动化。



图7: 小工件制造流程

Tebis对一家中型汽车供应商进行分析，确定其主要任务以及他们在NC编程和小工件制造方面所需的相应时间。主要有如下工作：

- 组织输入数据
- 准备合理的NC程序
- NC编程

第一次和第二次装夹以及在机床上的加工通常是加工方面的最大的时间投入。像在线测量这样的辅助工作通常不被整合进主要流程，这会为机床操作人员带来额外工作。

上述这些会影响小工件的制造时间从而影响其制造成本。图9显示，在不对数据进行提前处理的情况下，制造一个小工件所需的平均时间为9.8小时。CAD/CAM流程花费的时间仅次于机床上耗费的时间。

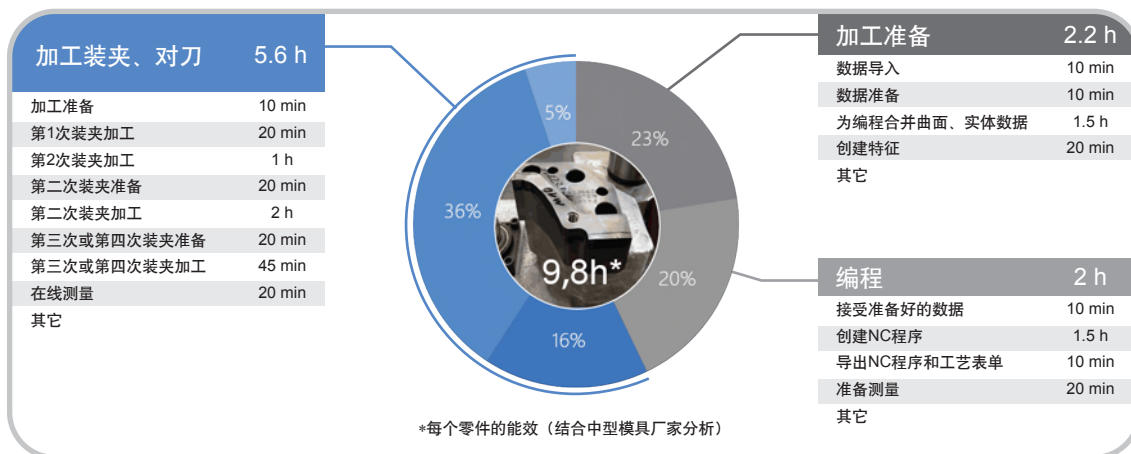


图8: 制造一个小工件的平均时间统计

某汽车供应商每年由方形毛坯生产多达3,510个小工件。乘以平均支出和相应的间接成本，这意味着每年的制造成本高达290万欧元。与国际其他企业比较，这个成本过高。

#### 4.1 Tebis小工件智能制造流程

目前，小工件制造的流程通常并不统一：除了多人员之外，还涉及多系统，以及额外的接口和造成的信息丢失。一个统一的流程解决方案必须克服以下障碍：

- 通常NC编程，工程师必须分别准备模面数据和实体数据
- 模面偏置量通过虚拟避厚实现，无法进行碰撞检查
- 由于小工件在机床上的位置没有提前定义，在工件装夹和进刀方面会浪费时间

采用精确实体可以解决上述很多问题。精确实体包括与制造相关的所有信息。不再将偏移和颜色作为虚拟记录在系统中进行管理，而是直接自动化地构造出来。除了基于颜色的NC编程之外，精确的CAD模型也让机床上在线测量成为现实。用户也可以对多个小工件分别单独编程，然后在一个多工位加工中组合。无论机床上装夹的小工件是一个还是多达八个：所有刀具路径均经过碰撞检查，加工过程无须过多人力，周末也可以进行加工。

由于精确的实体总是具有相同的属性（例如颜色），所以特别适合使用加工模板进行自动NC编程。一个小工件的最佳加工策略一旦制定完毕，即可作为一个模板存储并应用于每个后续零件。这可以实现高度自动化并确保质量的稳定。通过Tebis流程库中所存储的模板、标准和方法知识，可以更加自动的生成铣削程序。Tebis小工件自动化流程已经在实践中反复被验证。

MES的整合为计划和物流方面带来了极大便利。小工件流程可以通过MES对生产实现规划和控制以及机床数据采集，在规划中可以考虑重要的时间节点、机床资源以及计划采购的原材料。更高等级的联网还可以用二维码记录收货和正确的装夹，用户还可轻松自动发送刀具组装配请求。



图9: 小工件流程可以通过MES对生产实现规划和控制以及机床数据采集

## 5. 高效使用新技术

仅仅在几年前，模具生产还属于人力密集型流程。模具由经验丰富的钳工进行手动打磨和焊接。3D模面的加工质量决定板料的最终质量。今天，采用新技术对经典的铣削技术加以补充，例如敲击、激光淬火和激光熔覆。这些流程集成于Tebis中，并可结合Tebis精确编程功能。

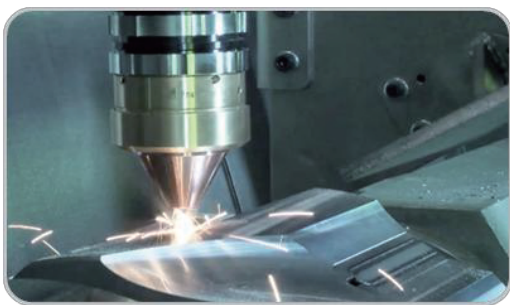


图10: 激光淬火

**激光淬火：**高应力半径、上模和下模修边刀块或整形刀块通常会淬火处理。激光淬火使复杂钢件和钢铸件实现局部硬化，深度可达1.5毫米。这里不需要后续铣削加工修复热变形。这样可以增加刀刃的强度，从而延长模具的使用寿命。3D激光束建模以及一体式刀具和技术数据管理使即使针对复杂曲面机器人运动依旧平稳。

**激光熔覆：**激光熔覆可用于修复零件上较小区域。在此流程中，激光束熔化焊接材料和零件材料表层，形成牢固的结合。随后可以再对此区域进行铣削。这项工艺的好处：首先，焊接精度高，手动操作少。其次，可直接对焊接区域NC编程，确保在已定义的毛坯区域上进行高效的曲面加工。

**敲击：**敲击是对铣削的完美补充。在铣削之后进行敲击可降低表面粗糙度。这减少了返工次数。同时可压实曲面，延长模具的使用寿命。无论使用机器人还是传统机床进行敲击：NC编程和敲击流程以及敲击球头均完全集成在Tebis中。

## 6. 从设计到调试，各环节紧密相连的解决方案

智能化、自动化和网络化是模具制造通向工业4.0的推动力，采用正确的策略可逐步实现。强大的软件功能和连贯的流程构成了重要基础。Tebis已经为模具制造开发了一个有针对性的流程解决方案，通过连接上下游流程来减少时间并简化程序。自动化解决方案可帮助实现软件、机床和人员之间的最佳交互，从而使流程变得更加标准。这些解决方案将质量和自动化结合起来，通过Tebis流程库中所存储的模板、标准和方法知识，可以轻松自动地生成铣削程序并实现最高质量。



图11: 从模面设计到调试的Tebis流程链

将各环节相连当然也包括模具调试。将模具制造的具体在模面设计时就予以考虑，使之前的手动打磨工作通过CAD减少，光顺过渡的强压曲面和避空曲面在NC编程和调试流程中提高效率。采用开放的引导元素的铣削策略为模面加工生成刀路，最终加工出完美A级外板件。

制造准备、NC编程和规划装夹的步骤在小工件加工中完美结合。在Tebis中准备的精确实体，由于始终具有相同的结构特征，因此在很大程度上可以使用NC模板进行自动编程。

新的制造方法（例如激光淬火和激光熔覆等）以及使用机器人的制造流程已经完全集成到Tebis流程链中。此外，车间的数字化和MES解决方案的实施可实现对完整价值创造过程的管理。