

先进快速无模化制造技术在柴油机开发中的应用

□ 广西玉柴机器股份有限公司/吕登红 陈金源 周梁坚

先进快速无模化制造技术是发动机等领域关键部件急需的快速精密制造技术。本文简述了该技术在柴油发动机领域实施的可行性及必要性，结合铸造企业在柴油发动机核心部件制造的实例，说明该技术在节能、降耗、减排等方面均可取得显著成效。该技术的使用可提高国内企业的核心竞争能力，对促进机械装备制造行业节能减排和可持续发展具有重要战略意义。

目前柴油发动机生产企业之间竞争非常激烈，面对市场竞争和客户的不同需求，企业必须通过技术创新和降低成本以提高自身的竞争力。特别是如今我国大幅度提高了柴油发动机排放标准，更要求柴油发动机生产企业具备很强的技术研发能力和创新能力。而提高企业的竞争力就需要不断压缩产品开发成本并提高开发效率，故此成本和效率成为了企业关注的焦点。

传统柴油发动机铸造生产中模具设计及制造的时间长，模具开发费用占新品整机开发费用很大的比例。因此，在柴油发动机开发阶段，取消或降低模具投资成本，对提高新产品开发效率具有非常重要的作用。

概述

快速无模化制造砂型铸造工艺流程如图1所示。先进快速无模

化制造技术是一种全新的基于三维CAD模型驱动的柔性化、数字化、精密化、绿色化快速制造方法，也

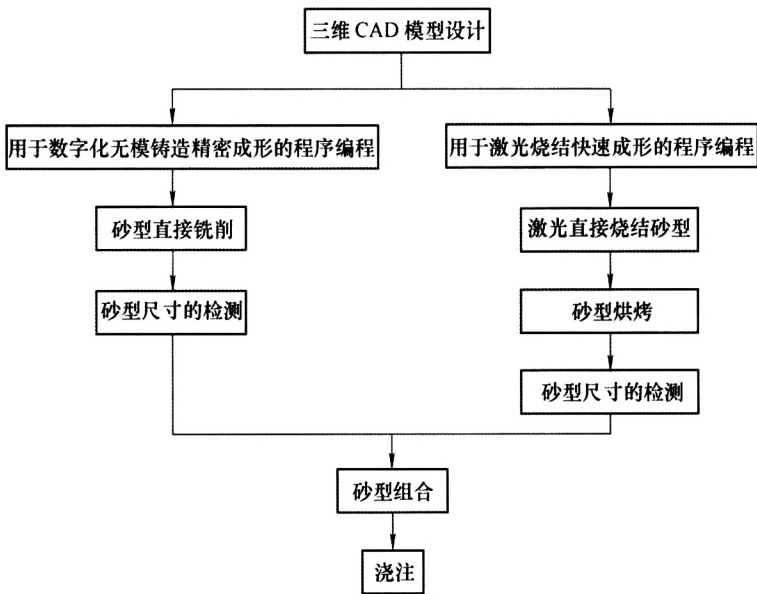


图1 快速无模化制造砂型铸造工艺流程

是将“数字化无模铸造精密成形”和“激光烧结快速成形”两种新技术有机结合的复合创新技术，这种技术省去了模样/模具制造环节，缩短了工艺流程，提高了铸件制造工艺的灵活性和可操作性，实现了柴油发动机等复杂部件的快速制造，缩短了新产品开发时间，降低了产品开发费用，提高了市场竞争力。因此该技术特别适用于新产品开发试制及技术工艺攻关试验。

先进快速无模化制造技术所包括的数字化无模铸造精密成形技术与激光烧结快速成形技术是相辅相成的，把这两种技术灵活的结合应用于新产品的开发，会取得显著成效。

两种技术的应用一般遵循以下原则：

- (1) 对于大型复杂及尺寸精度要求很高的铸件，用组芯的方法完成，并且砂芯容易分型时采用数字化无模铸造精密成形技术制造砂型。
- (2) 对于零件内部几乎无法用组芯的方法完成、所有管路集中于一个芯体、砂芯无法或难以分型、砂芯壁厚偏薄且易断裂时，采

用激光烧结快速成形技术制造砂型。

应用分析

1.先进快速无模化制造技术的优越性

在铸造生产中，先进快速无模化制造技术的成功研发对传统铸造工艺技术冲击很大，给传统铸造技术带来了工艺革新。其与传统的铸造技术相比，具有明显的优势。两种技术的具体应用情况比较见附表。

由附表可知，使用先进快速制造技术可使设计简化，制造时间短，成本低，且容易满足顾客的需求，在市场多元化竞争中，具有很强的竞争力。

2.应用于柴油发动机新产品试制的可行性及必要性

- (1) 提高新产品试制的成效。在产品样机开发试制阶段，如使用传统的铸造工艺技术，必须要制作大量的模具，而且在验证过程中要不断修改模具。故此开发成本高，且开发时间长，新产品推向市场的速度缓慢，无竞争力。若使用

先进快速制造技术，无需制造模具，试制最复杂的核心部件，时间最长不超20天。该技术的应用不仅节省时间和降低成本，重要的是可抢占市场的先机。

(2) 保证超大型铸件尺寸的准确性。大型铸件采用传统的铸造工艺技术时工序多，制造过程各环节都会存在操作误差，造成砂芯形状变形、弯曲和尺寸偏差大，从而导致铸件精度差。而使用先进快速制造技术，简化了铸造工艺流程工艺，制造出来的砂芯形状及尺寸精度高，进而可保证铸件的精确度。

(3) 节能减排环保。节能、降耗、减少污染是现在企业的迫切要求，先进快速制造技术所需材料成本低，又无需做模具，节省大量人力物力，减少了粉尘排放，改变了传统砂型铸造脏乱差局面，是属于非常环保的绿色制造技术。

3.具体应用案例

以下简要介绍柴油机发动机核心部件等运用先进快速制造技术进行试制的成功案例。

- (1) 某大型发动机的机体。某大型发动机机体约600kg，所有

先进快速无模化制造技术与传统铸造技术对比

项目	先进快速无模化制造技术	传统铸造工艺技术
模型设计	RP模型设计简单，需要约3~6天	模具设计复杂，需要20~30天
铸件制造时间	约15~20天	约120天
材料费用	低30%~50%（与传统技术比）	高
工人技能要求	普通的技能培训，约14天左右，可进行操作	专业技能要求高，一般要有3年以上的工作经验，才能独立工作
工艺适用性	无需拔模斜度，减轻铸件质量；可以制造任何形状的铸件，尤其是形状复杂的精度要求高的自由曲面铸件，能保证精度；可以实现一体化铸造，减少简化工序，保证铸件的尺寸精度	需要拔模斜度；对形状复杂的自由曲面铸件的精度很难保证；复杂铸件只能采用多箱造型，工序增加，铸件尺寸产生偏差，机加工工作量增大
制造管理特性	铸件有问题易查找原因；产品设计有问题时修改三维模型即可进行砂型制造	铸件有问题很难确定是设计问题或模具问题；产品设计有问题时需先修改三维模型，再进行模具更改，且模具更改花费时间很长，成本高

的芯和外模全部采用快速制造技术完成，一次开发成功，从RP工艺模型设计到铸件成品只需30天（见图2和图3）。

（2）发动机的缸盖。采取铣砂+激光烧结的方式，1型2件，制造时间15天。所得铸件壁厚均匀，

内腔无烧结、无粘砂等铸造缺陷（见图4）。

（3）轴管壳类铸件。轴管壳类铸件采用快速制造技术从CAD数据到铸件平均为20天，最短20h。与传统有模制造相比缩短30~90天，费用平均减少63%（见图5）。

综上所述，采用先进快速制造技术可省去制作砂芯和砂型的模具费用，大大降低了成本。以机体模具为例，可降成本约为100多万元，同时可缩短新品样机开发周期3个月以上。到目前为止，机体、缸盖采用先进快速制造技术已直接为公司节约成本1 000万元以上，间接经济效益也相当可观。

结语

先进快速无模化制造技术是一种全新的基于三维CAD 模型驱动的柔性化、数字化、精密化、绿色化快速制造方法，该技术应用于柴油发动机新产品试制，可缩短开发周期，降低开发费用及成本，提高市场竞争力。该技术应用于柴油发动机核心部件的试制，已取得显著成效，对提升装备制造技术水平，提升企业的核心竞争能力，促进机械装备制造行业节能减排和可持续发展具有重要战略意义。

AUTO1950

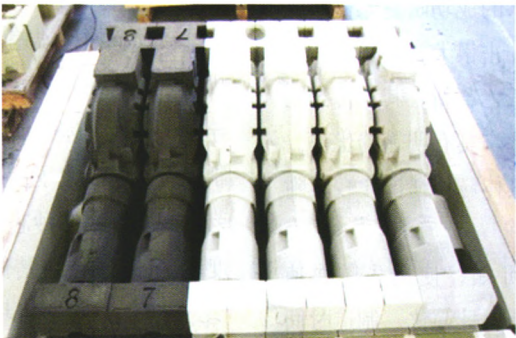


图2 机体砂模实物图

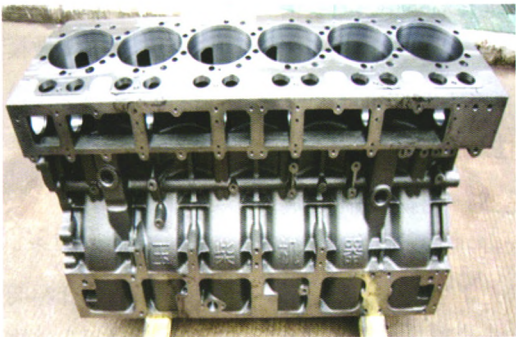


图3 机体成品实物

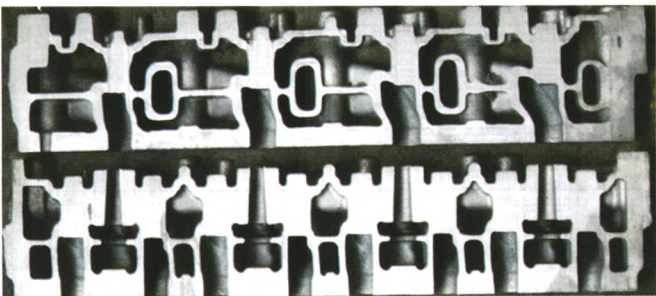


图4 缸盖铸件实物剖视图

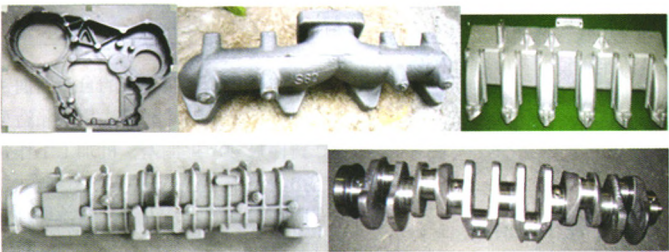


图5 先进快速制造技术制造的轴管壳类铸件实物图

吕登红

高级工程师

广西玉柴机器股份有限公司制造技术部科室主任