

注塑成型模具的人工智能工程系统

Artificial Intelligence Project System of Plastic Forming Mould

洪慎章

上海交通大学塑性成形技术与装备研究院

2014 年 11 月

目 录

- 1 概述
- 2 注塑成型模具的人工智能工程系统
- 3 注塑成型模具人工智能工程系统的应用实例
- 4 塑料模具的持续发展方向

1 概述

我校于 20 世纪 70 年代，将近半个世纪，为了进行注塑成型工艺试验，购买了一台 500g 卧式注塑机，开设了“注塑成型工艺及模具设计”课程，结合各企业中的科题，指导了研究生，科研题目有温度场，塑料流动模拟，浇口位置的布置等工艺实验。

1980 年后，随着改革开放不断发展，引进了国外的新技术，各行各业都有“以塑代钢”产品大量应用，如家电，日用品，家俱，农业，医疗，交通（汽车，飞机，火车，轮船等）邮电，通信，玩具等。

1) 塑料材料有：

(1)热固性树脂：环氧树脂 EP，酚醛树脂 PF，尿醛树脂 UF

(2)热塑性树脂：

①通用塑料：PE，PP，PVC，PS，ABS，PMMA（有机玻璃）

②通用工程塑料：聚酰胺(尼龙)PA，聚碳酸酯 PC，聚甲醛 POM，PET，PBT

③特种工程塑料：PTFE，PPS，PI，PSU，PEEK，PAR，LCP

2) 成型工艺主要有如下四种：

注塑 Injection Plastics

压塑 Compression Plastics

挤塑 Extrusion Plastics

吹塑 Blow Plastics

我编写出版了上述四种工艺及模具设计科技书，近 10 余本，形式有叙述介绍，模具结构图册，模具设计及制造，设计数据速查手册。

2 注塑成型模具的人工智能工程系统

1) 人工智能工程系统的框架和原理

建立这样的系统框架：一个任务数据库，一个三维参数化的专家模型库，一个运算核心引擎（输入，输出数据库），一系列描述专业定义的语言，一套连接系统机构的功能程序，一组供编辑和操作的人机对话界面。在这个基础上，将根据特定专业的不同属性，编写任务数据与模型参数的关系，可以是函数的形式，也可以是逻辑的形式，或者两者的结合，而且一定是多重的，复式的关系。

①解决方案的关键之一，为了避免每个关系都需要进行复杂的物理和几何计算，系统只保证计算结果处在一个合理的区间或者一个合理的台阶，在系统以外才对该结果进行全面的物理和几何验证，这个验证可以通过软件和实践来完成。

②解决方案的关键之二，在三维模型库存放了丰富的系列化，标准化，参数化经验模型（专家模型），模型里的每个参数（包括零件尺寸和组合关系）都衍生与任务数据（这点非常重要）：经过数学模型建立过程不断的交互引用，简单的任务数据）或定义，或指令）将触动大量的输出，产生整体的神经网络效应。

③解决方案的关键之三，在系统建立（包括三维建模）的开始，就将假定的实体群（三维零件和组合）数目定在数千甚至数十万个，每个零件或组合都预先分配足够的绝不重叠的既定参数（视不同的工程领域）：所有的（可能是数十万甚至数百万个）参数都主动对

应于引擎的输出数据库。这样，在建设过程中就可以有非常大的自由度来启用或引用任意一个参数；也可以非常自由的修改甚至删除参数，保证了专家系统建设可以有非常高的效率。

④ 解决方案的关键之四，不管目前需要与否，在每一个数学模型中预设了足够多的修正因子，可以在不同位置，不同方向和不同程度影响运算；再将这些因子与外部的信息反馈系统建立关系，系统就可以实现主动学习和主动修正的功能；并因此不断的提高系统的合理性和正确性。

2) 注塑成型模具人工智能工程系统的流程图

注塑成型模具人工智能工程系统的流程图见图 1。

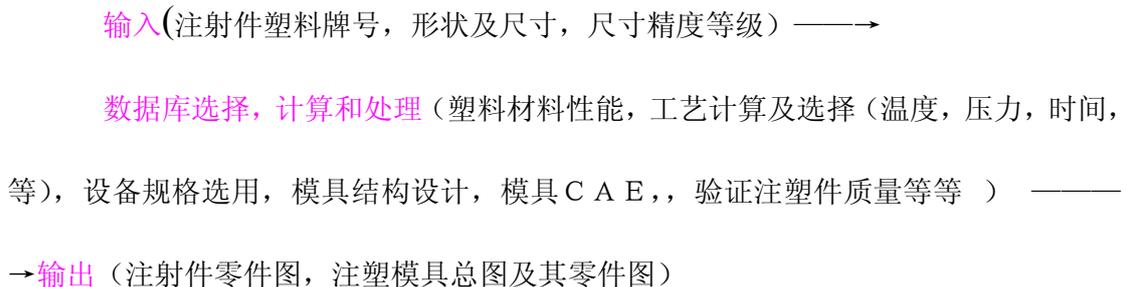


图 1 注塑成型模具人工智能工程系统的流程图

- 注塑成型工艺模具结构设计包括：
- ① 浇注系统
 - ② 成型零部件
 - ③ 侧向分型抽芯机构
 - ④ 脱模机构
 - ⑤ 合模导向机构
 - ⑥ 模具定位机构
 - ⑦ 温度调节系统
 - ⑧ 排气机构

3 应用实例

首先用户提出一个注塑零件图(塑料品种牌号，形状尺寸及精度等级)，经人工智能专家系统自动分析计算，工艺数据处理等过程，最后设计一套符合技术要求的注塑模具总图及其零件图，总共时间为 30min。

例如大口筒盖

零件材料：高密度聚乙烯 (HDPE)

零件形状：(图略)

零件精度：2 级精度

模具结构图：模具总图，模具零件图 (图略)

4 塑料模具的发展方向

分如下三方面：

(1) 塑料材料

- ①塑料品种的开发愈来愈多
- ②塑件形状更复杂
- ③应用范围愈来愈广泛：汽车，医疗，包装，日用品，容器，货币等

(2) 模具机构

- ①模具型腔数量更多，144 个
- ②工序多样化，IMD，
- ③双色注塑机
- ④热流道技术应用更多，结构更小，更精密
- ⑤多层吹塑薄膜，如 1997 年新西兰，九层薄膜，2000 年 10 层薄膜

(3) 设备方面

- ①形式：立式，卧式，左右式，回转式
- ②吨位：更大及更小，6500t，亚洲领先。

参考文献

- (1)洪慎章. 实用注塑成型及模具设计，第2版，机械工业出版社，2014，8。
- (2)洪慎章. 注塑成型设计数据速查手册，化学工业出版社，2014，9。
- (3)袁华梓. 《注塑模具智能化工程系统》鉴定会，中国发明协会，北京清华大学，2011年9月7~8日。