

## 2018 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	河北科技大学
实 验 教 学 项 目 名 称	注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	塑料成型工艺及模具设计
所 属 专 业 代 码	080203
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	马世博
实 验 教 学 项 目 负 责 人 电 话	18631186007
有 效 链 接 网 址	121.195.222.220

教育部高等教育司 制

二〇一八年七月

## 填写说明和要求

- 1.以 Word 文档格式，如实填写各项。
- 2.表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
- 3.所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。
- 4.涉密内容不填写，有可能涉密和不宜大范围公开的内容，请特别说明。
- 5.表格各栏目可根据内容进行调整。

## 1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓名	马世博	性别	男	出生年月	1980.12
学历	研究生	学位	工学博士	电话	0311-81668702
专业技术职务	副教授	行政职务	系主任	手机	18631186007
院系	材料学院成型系		电子邮箱	<a href="mailto:mashibo1980@163.com">mashibo1980@163.com</a>	
地址	石家庄市裕翔街 26 号河北科技大学			邮编	050018
<p><b>教学研究情况：</b>主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>主持的教学研究课题：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、河北省示范性虚拟仿真实验教学项目，材料成型及控制工程专业虚拟仿真实验教学系统，河北省教育厅，2017；</li> <li>2、河北省虚拟仿真实验教学中心，材料科学与工程虚拟仿真实验中心，河北省教育厅，2014；</li> <li>3、河北省研究生案例库教学建设项目，《材料加工实验平台》课程教学案例库建设，河北省教育厅，2018.1-2019.12；</li> <li>4、河北科技大学理工学院教学研究项目，独立学院应用技术型人才—模具方向实践教学培养模式研究，河北科技大学理工学院，2016.1-2018.12；</li> <li>5、河北科技大学教学研究项目，基于实践教学平台构建成型专业创新创业人才培养模式研究，河北科技大学，2017.1-2018.12。</li> </ol> <p>发表的教学研究论文：</p> <p>独立学院模具专业实践教学培养模式探讨，教育科学，2016（1）</p> <p>获得的教学表彰/奖励：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、河北省教学成果，基于应用型人才培养的四位一体教学模式构建与实施，二等奖，2017；</li> <li>2、河北省多媒体课件比赛，《大型锻件自由锻》，一等奖，2016；</li> <li>3、河北省多媒体课件比赛，《电火花成形加工技术及应用》，二等奖，2017；</li> <li>4、全国三维数字化创新设计大赛，一等奖，2016，2017；</li> <li>5、河北省第三届大学生创新创业年会，二等奖，2018。</li> <li>6、河北科技大学讲课比赛，《压铸模设计》教案，一等奖，2015；</li> </ol>					

**学术研究情况：**近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、来源、年限、本人所起作用，不超过5项）；在国内外公开发行人物上发表的学术论文（含题目、刊物名称、署名次序与时间，不超过5项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间，不超过5项）。

承担的学术研究课题：

- 1、金属固态剪切挤压连接塑性变形机理、关键参数及其动态装置关键技术研究，国家自然科学基金，2015-2018，本构模型构建及参数优化；
- 2、金属板料快速连接机理及关键参数的研究，河北省自然科学基金，2015-2018，主持；
- 3、非接触反应熔覆碳化钨基耐磨涂层研究，教育厅青年基金，2014-2016，主持；
- 4、高强度铝合金工艺样件组织及力学性能研究，国家专项，2017-2017，力学性能测试；
- 5、基于轻量化的汽车地板梁冲压工艺、关键参数及成形规律研究，教育厅青年基金，2017-2019，有限元仿真分析。

发表的学术论文：

- 1、Study on high temperature and high strain rate dynamic constitutive relation of Q345 steel, International Journal of Simulation Systems, 第1, 2017；
- 2、截齿温挤压精密成形快换模具系统，锻压技术，第1, 2016；
- 3、固态金属剪切连接组织及界面演变研究，塑性工程学报，第1, 2017；
- 4、Q345钢的热变形 Arrhenius 本构模型研究，热加工工艺，第1, 2017；
- 5、碳化钨对真空熔覆铁基复合涂层结构和性能的影响，燕山大学学报，第1, 2016。

## 1-2 实验教学项目教学服务团队情况

### 1-2-1 团队主要成员（5人以内）

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	马世博	材料学院	副教授	系主任	组织协调	
2	闫华军	材料学院	副教授	无	实验设计	
3	代学蕊	材料学院	讲师	无	实验实施	
4	汪殿龙	材料学院	教授	副院长	理论指导	

5	王伟	材料学院	讲师	无	现场采集	
1-2-1 团队其他成员						
6	张亮	材料学院	讲师	无	网络运行与维护	
7	付凯	材料学院	实验师	无	在线服务	
8	梁志敏	材料学院	教授	无	实验设计	
9	马劲松	材料学院	实验师	实验室主任	实验指导	
10	李君	石家庄润景信息技术有限公司	工程师	总经理	技术支持	
11	成朋伟	石家庄润景信息技术有限公司	工程师	无	系统制作及开发	
项目团队总人数：11（人）高校人员数量：9（人）企业人员数量：2（人）						

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

## 2.实验教学项目描述

### 2-1 名称

注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验

### 2-2 实验目的

机械工程、材料科学与工程等相关专业的《塑料成型工艺及模具设计》、《塑料成型工艺及设备》、《塑料成型模具》等课程中针对注塑成型工艺过程开设的相关实验直观性差，无法直接观察注射成型工艺过程和设备工作过程；工程应用性差，难以体现实际生产中工艺对塑件质量的影响规律及机理；且受限于实验性质，该类实验多为演示性，学生难以直接参与整个实验过程，制约了学生综合能力的培养。

为克服上述问题，结合生产实际案例，利用虚拟仿真技术，以“能实不虚”、“以虚补实”为原则，使学生直观认知典型塑件的注射成型工艺过程和设备工作过程，并通过交互操作、自主分析典型缺陷成因，优化工艺方案，达到提高学生

工程实践和创新能力的目的。

通过本虚拟仿真实验，学生能够：

- (1) 掌握注塑机及模具的组成、结构和工作原理；
- (2) 通过学习典型塑件注塑成型工艺过程，深入理解注塑成型原理；
- (3) 通过交互式设计参数、分析缺陷原因，掌握工艺参数对塑件质量的影响规律；
- (4) 通过自主设计、实验操作及其验证，结合生产实际，深入理解和领会课堂所学的理论知识。

## 2-3 实验原理（或对应的知识点）

注塑成型是在一定温度下，借助螺杆（或柱塞）的推力，将已塑化好的熔融状态（即粘流态）的塑料注射入闭合的模腔内，经固化定型后取得制品的工艺过程。它是树脂类材料成型为制品的主要工艺方法，其成型的三个必要条件为材料、模具和成型设备。影响注塑制品质量的主要因素为温度、压力、时间、速度和位置等。

### 2.3.1 注塑成型原理

注塑成型又称注射模塑成型，它是一种注射兼模塑的成型方法。注塑成型方法的优点是生产速度快、效率高，操作可实现自动化，花色品种多，形状可以由简到繁，尺寸可以由大到小，而且制品尺寸精确，产品易更新换代，适于生产形状复杂和大批量的制件。

注射成型的基本原理是利用塑料的可挤压性和可模塑性，首先将松散的粒状或粒状成型物料从注塑机的料斗送入高温的料筒内加热熔融塑化，使之成为黏流态熔体，然后在柱塞或螺杆的高压注射力作用下，以很大的流速通过机筒前端的喷嘴注射进入温度较低的闭合模具中，保压冷却一段时间，开启模具，由脱件机构作用，从模腔内脱出具有一定形状和尺寸的塑料制件。注塑成型的工艺过程如图 2-1 所示，分为加料、合模、锁模、熔胶、注射、保压、冷却、开模和制品取出（脱件）等阶段，图 2-2 所示为注射工艺过程。各段均有相应的动力机构和设备满足要求。

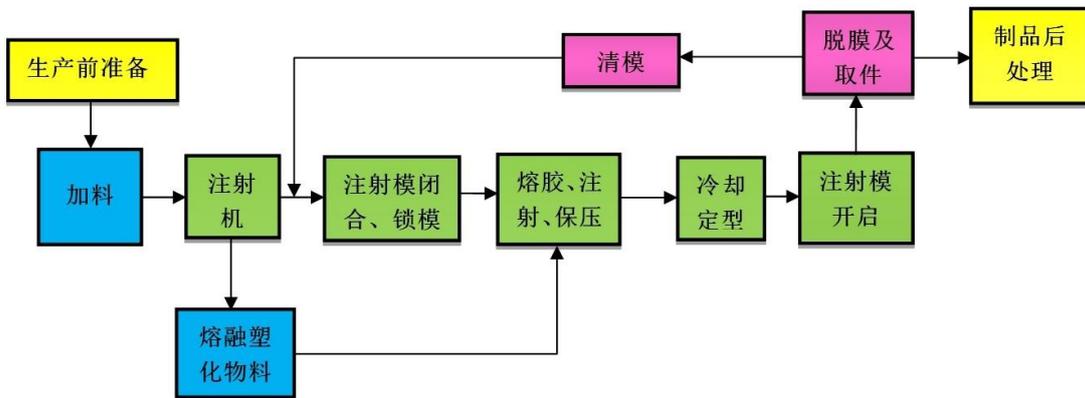
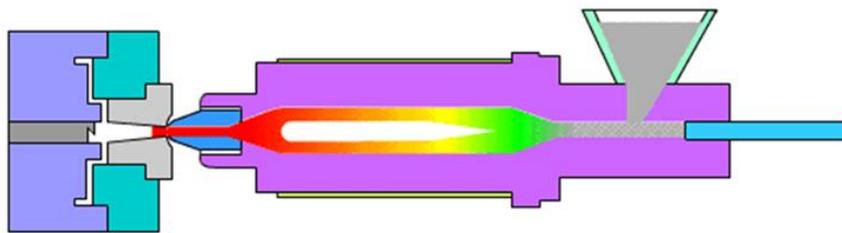
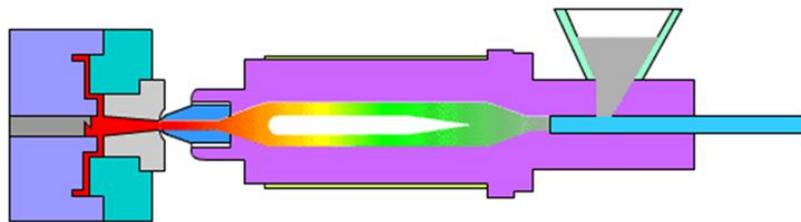


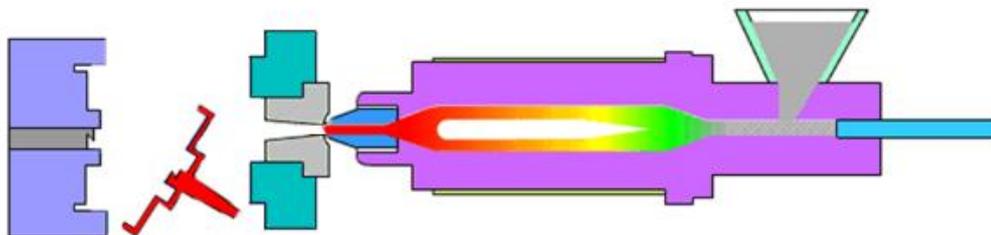
图 2-1 注塑成型工艺过程



(a) 合模、熔胶过程



(b) 注射、保压过程



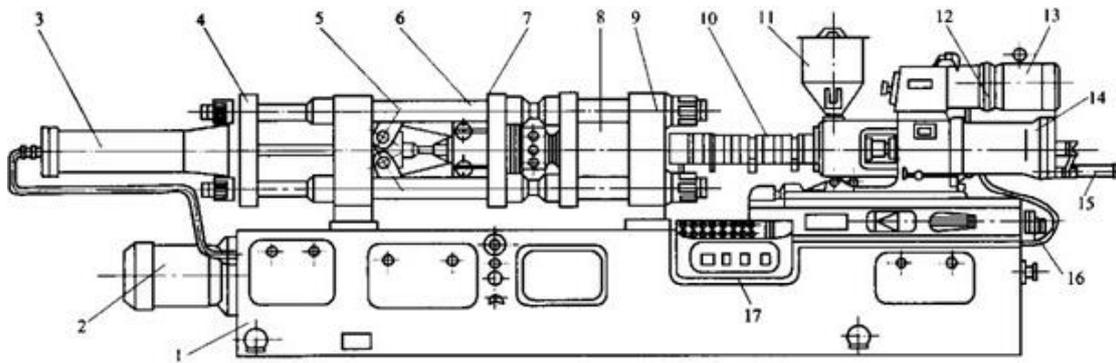
(c) 开模、脱件过程

图 2-2 注射工艺过程

### 2.3.2 注塑机及模具结构

注塑机又名注射成型机或注射机，它是将热塑性塑料或热固性塑料利用塑料

成型模具制成各种形状塑料制品的主要成型设备，分为立式、卧式、直角式，图 2-3 所示为卧式注射机结构示意图。



1-机身，2-液压系统用电动机，3-合模油缸，4、9-固定模板，5-合模机构，6-拉杆，7-移动模板，8-成型模，10-机筒、螺杆和电加热装置，11-料斗，12-传动减速箱，13-驱动螺杆用电动机，14-注射用油缸，15-计量装置，16-注射座移动油缸，17-操作台

图 2-3 卧式注塑机结构

注塑机由机械部分、液压部分、电子电气部分及其他辅助部分等组成。按注塑机的工作过程，一般可将注塑机分为以下几个部分：

### (1) 注射装置

注射装置的主要作用是使固态的塑料颗粒均匀地塑化呈熔融状态，并以足够的压力和速度将塑料通体注入闭合的模具型腔中。注射装置主要由塑化部件、注射油缸、射移油缸、定量加料装置等组成。

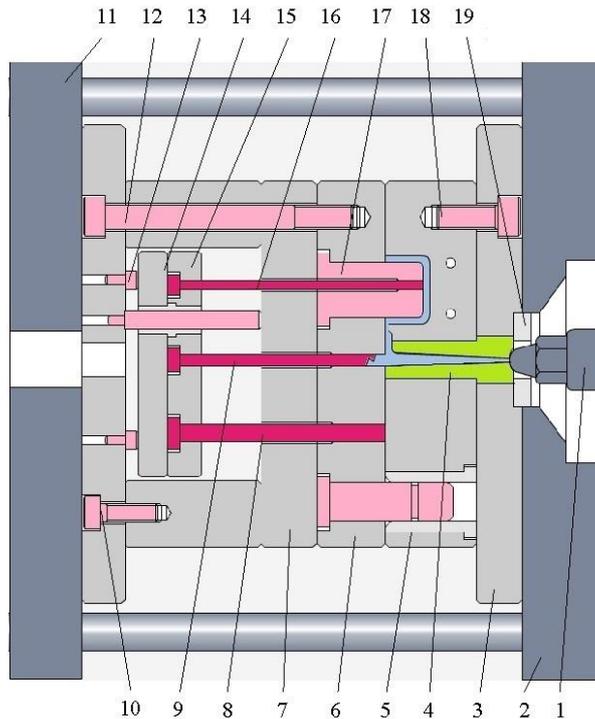
### (2) 锁模装置

锁模装置的作用主要是实现模具的开闭动作，在成型时提供足够的夹紧力使模具紧闭，开模时推出模内制品。锁模装置主要由锁模机构、调模机构、顶出装置以及安全保护装置组成。

### (3) 液压传动和电气控制

液压传动和电气控制系统是保证注塑成型按照预定的工艺要求(压力、速度、时间、温度)和动作程序准确进行的系统。液压传动系统是注塑机的动力系统，而电气控制系统是控制各个动力液压缸完成开启、闭合、注射和推出等动作的系统。

典型模具及结构如图 2-4 所示。



1-喷嘴, 2-定模座板, 3-定模板, 4-主流道衬套, 5-定模, 6-动模, 7-动模垫板, 8-复位杆, 9-拉料杆, 10-螺栓, 11-动模座板, 12-螺栓, 13-限位钉, 14-推板, 15-推板固定板, 16-推杆, 17-型芯, 18-螺栓, 19-定位环

图 2-4 典型注塑模结构

### 2.3.3 注塑工艺参数

#### (1) 注射压力

注射压力是注塑时作用于注射螺杆头部熔体的压强, 该动力由液压系统提供。液压缸的压力通过注塑机螺杆传递到塑料熔体上, 塑料熔体在压力的推动下, 经注塑机的喷嘴进入模具的主流道、分流道, 并经浇口进入模具型腔。注射压力的存在是为了克服熔体流动过程中的阻力。反之, 流动过程中存在的阻力通过注射压力来抵消, 以保证填充过程顺利进行。

#### (2) 注射时间

注射时间是指塑料熔体充满型腔所需要的时间, 不包括开模、合模等辅助时间。尽管注射时间很短, 对于成型周期的影响也很小, 但是注射时间的调整对于浇口、流道和型腔的压力控制有着很大作用。合理的注射时间有助于熔体理想填充, 而且对于提高制品的表面质量以及减小尺寸公差有着非常重要的意义。

#### (3) 温度

注射成型时温度条件主要指料温 (熔体温度) 和模温 (模具温度) 两方面的

内容，其中料温影响塑化和注射充模，而模温则影响充模和冷却定型。

料温是指塑化物料的温度和从喷嘴注射出的熔体温度，其中，前者称为塑化温度，而后者为注射温度。因此，料温主要取决于机筒和喷嘴两部分的温度，一般来讲，料温太低时不利于塑化，物料熔融后黏度也较大，故流动与成型比较困难，成型后的制件容易出现熔接痕、表面无光泽和缺料等缺陷。提高料温有利于塑化并会降低熔体黏度、流动阻力或注射压力损失，于是熔体在模内的流动和充模状况随之改变(流速增大、充模时间短)。

模具温度指与制件接触的模腔表壁温度，它直接影响熔体的充模流动行为、制件的冷却速度和成型后的制件性能等。模具温度对保压时间、充模压力和制件部分性能质量的影响根据塑料品种不同，注射成型过程中需用的模具温度也不相同，如果模具温度选择的合理、并且分布均匀，可以有效地改善熔体的充模流动性能、制件的外观质量以及一些主要的物理和力学性能。

#### **(4) 保压压力与时间**

在注射成型的保压补缩阶段，为了对模腔内的塑料熔体进行压实以及为了维持向模腔内进行补料流动所需要的注射压力称为保压力。保压力持续的时间称为保压时间。在注塑过程将近结束时，螺杆继续向前少许移动，此时注塑进入保压阶段。保压过程中注塑机的喷嘴不断向型腔补料，以填充由于制件收缩而空出的容积。

### **2.3.4 塑件缺陷及产生原因**

#### **(1) 充填不足(欠注)**

充填不足是塑件成型的重要缺陷之一，产生的主要原因有：原料容量不足、型腔内加压不足、熔料流动性不足以及排气效果不佳等。在注塑机注射量充分的情况下，充填不足仍得不到改善时，可能是注射压力不足或熔融树脂的设定温度偏低。

#### **(2) 飞边(溢边)**

飞边是熔料填充到塑模型腔以外部分出现的缺陷，飞边大多发生在模具的分合位置上，如动模和定模的分型面，滑块的滑配部位、镶件的间隙、顶杆孔隙等处。飞边在很大程度上是由于锁模力不足或充填压力过高造成。避免飞边方法：控制注射压力、提高锁模力、调整注射量、降低温度。

### (3) 银纹

银纹体现为制品表面有较长的银丝，开口方向沿着料流方向。主要原因是一些塑料如 PA、ABS、PMMA、SAN 和 PBT 等容易吸水。如果塑料储藏条件不好，潮气就会进入颗粒或附在表面。当颗粒熔化时，潮气会转变成蒸汽形成气泡。在注射期间，这些气泡会暴露在流体前锋的表面，爆裂然后产生不规则的纹路。解决办法为：通过干燥设备除去原料中水分。

### (4) 凹陷

凹陷是由于成形塑件热收缩引起体积变化，在壁厚部位形成的缺陷。解决方法：提高保压压力和增加填充时间等。

## 2-4 实验仪器设备（装置或软件等）

### (1) 实验设备

远程访问：具备上网功能的电脑（台式机或笔记本）

校内中心：台式电脑

### (2) 虚拟设备

SA900II/260 型注塑机、温控器外盒注塑模具、5t 天车、拆装模具工具、DHG-9240(A)型干燥箱。

## 2-5 实验材料（或预设参数等）

### (1) 实验材料

实验材料主要采用工程塑料 ABS(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)。

### (2) 实验设备参数

实验设备预设参数如表 2-1、表 2-2 所示。

表 2-1 注塑机预设参数

料筒温度/°C	前段 190	中 210	后段 210
喷嘴温度/°C	220		
模具温度/°C	25~60（学生自主设计确定）		
注射时间/s	0.8~1.8（学生自主设计确定）		
保压时间/s	3.5		
冷却时间/s	6		
注射压力/MPa	40~120（学生自主设计确定）		

保压压力/MPa	65
----------	----

表 2-2 干燥箱预设参数

干燥时间/h	1-3 (学生自主设计确定)
干燥温度/°C	50-85 (学生自主设计确定)

### 3、操作人员装备

- (1) 安全帽；(2) 实验服；(3) 工作靴；(4) 工作手套

### 2-6 实验教学方法(举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果)

#### (1) 使用目的

实验基于生产实际案例，以学生为主体，目的是让学生通过典型塑件的整个生产流程，熟悉注塑机及模具的组成、结构和工作原理，掌握注塑成型工艺过程及原理，深入理解主要工艺参数等对塑件质量的影响及改进措施。实验通过任务驱动和问题探究的方法，使学生通过交互环节，进行方案设计、流程操作、缺陷分析和工艺优化。增强学生自主学习的能力，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，提高学生综合专业素养。

#### (2) 实施过程

学生在开展实验前可通过教师指导的真实实验或现场视频等方式，初步认知实际生产环境和整个工艺过程。

虚拟环境中分别构建“工艺设计室”和“生产加工车间”，并设置“工艺工程师”和“加工操作员”两个虚拟人物，在此基础上，按照如图 2-5 所示的过程进行虚拟实验操作。

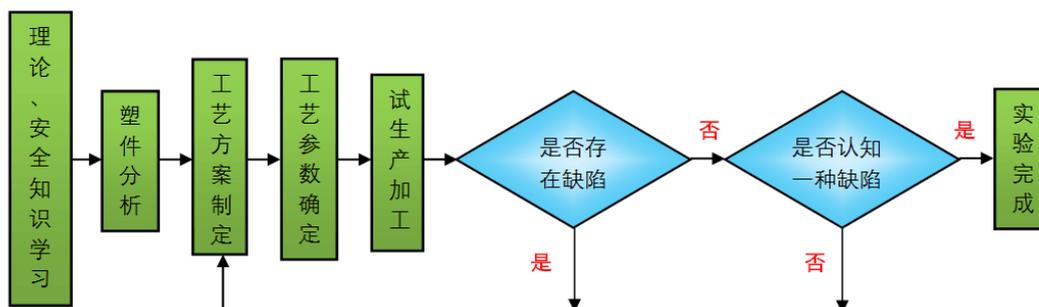


图 2-5 实验操作基本流程

具体实施过程如图 2-6 所示。

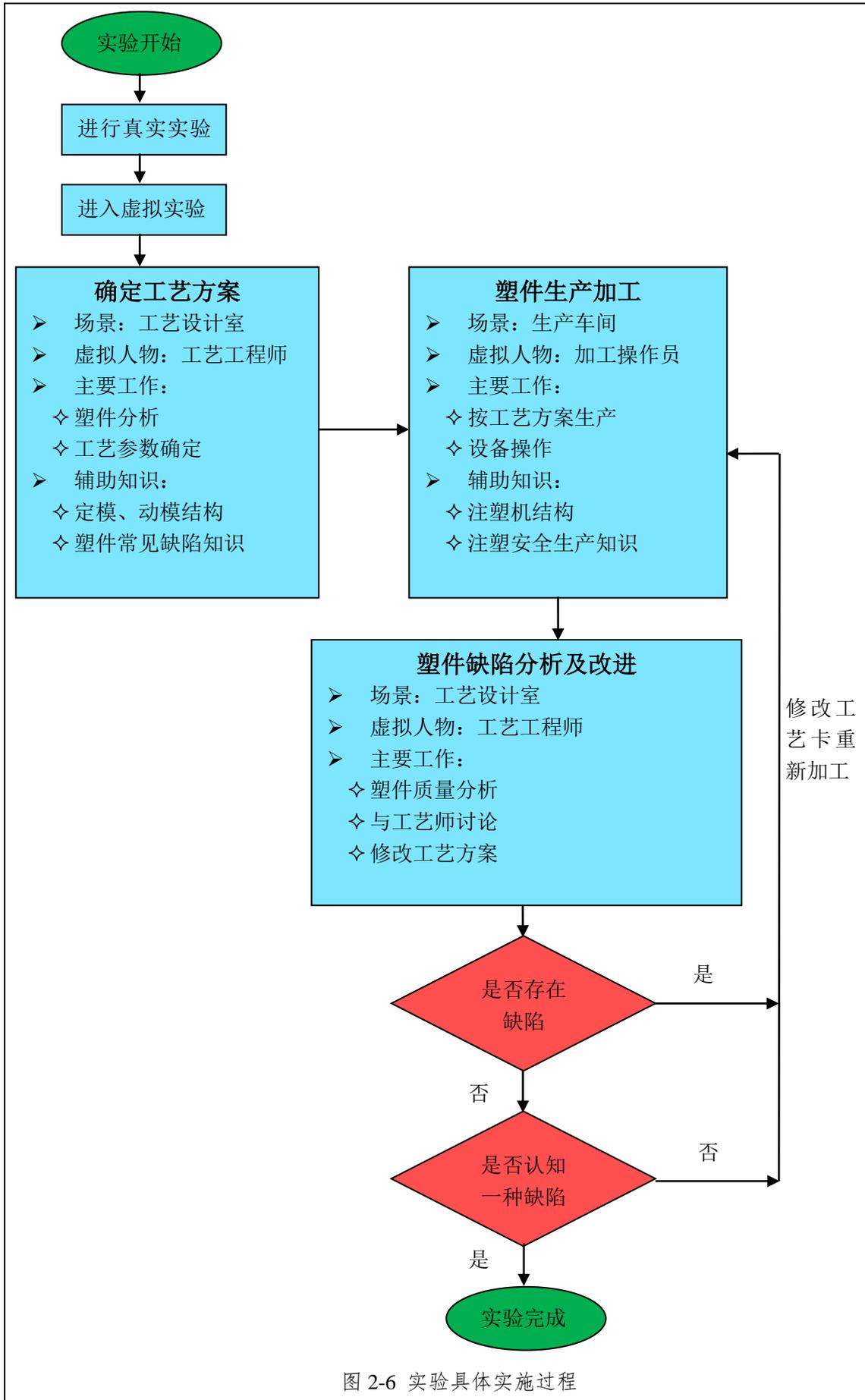
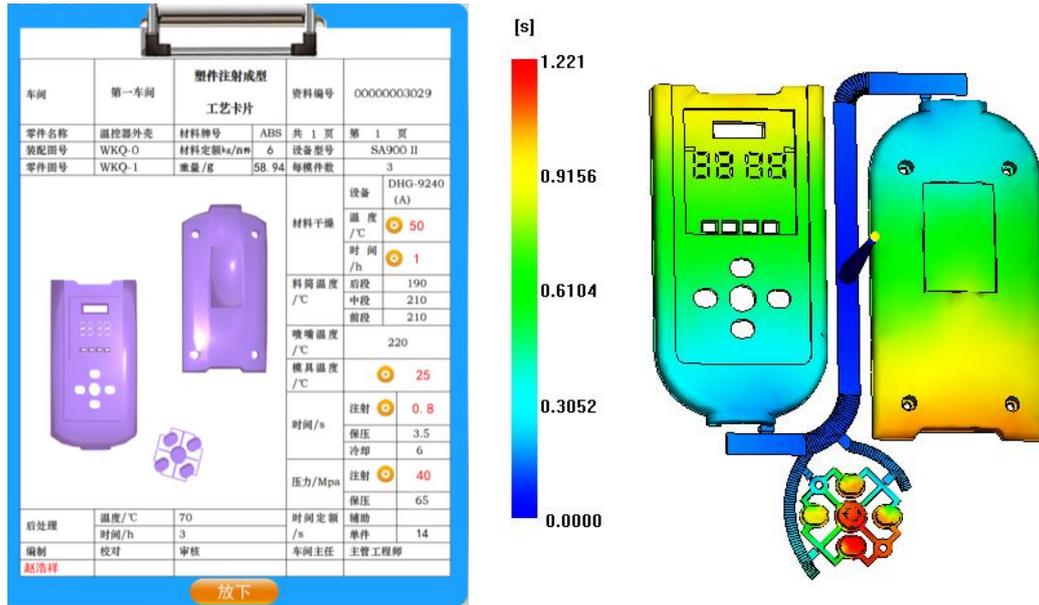


图 2-6 实验具体实施过程

### (3) 实施效果

本实验将专业理论知识和生产实际有机融入虚拟情景中,具有丰富的融入感和带入感,通过如图 2-7 所示的工艺方案设计、有限元分析结果和问题情景对话等,学生“真实”体验并主动参与工艺设计、设备操作、注塑加工和缺陷分析的整个生产过程,充分发挥学生的主体地位,有效激发了学生的学习兴趣和专注度,切实提高了学生的分析能力、设计能力和实践能力。



(a) 工艺卡设计

(b) 有限元分析结果



(c) 情景对话

图 2-7 生产过程的交互环节

本实验向全校和相关企业开放,为本校相关专业本科、研究生专业学习及企业人员岗前培训、技能提升提供了服务,使用人数达 800 人次/年,得到了广泛的认可。实验可在任何地点、任何时间灵活地开展,打破了传统实验在时间和空

间上的限制，弥补了传统实践教学的不足。且显著降低了实验成本，每年节省实践经费约 10 万元。将专业基础课、专业课等课程的相关知识有机的结合在一起，帮助学生在实践中认知理论，使学生对专业知识体系和工程应用有系统的认识。

## 2-7 实验方法与步骤要求（学生操作步骤应不少于 10 步）

### （1）实验方法描述

本虚拟仿真实验以提高学生工程实践能力为落脚点，基于《塑料成型工艺及模具设计》课程所授理论知识，结合生产实际，以典型制件为例，构建了真实实验基础上的虚拟实验。

真实实验中，学生在教师指导下：首先，学习有关实验过程的生产安全规范和注意事项；其次，熟悉材料、工艺过程、生产工装、操作者和环境等；最后，了解设备结构、参数设置和操作过程。（也可在实验页面观看真实实验过程视频）

在真实实验的基础上，虚拟实验还原了整个生产环境及过程，采用远程访问，内容引导，自主完成的教学方法。学生借助网络进入虚拟实验，虚拟环境中，辅以文字、图片、动画、交互式界面等手段，使学生充分体验整个实验过程。在系统引导下，学生通过交互操作，按生产流程独立实施实验。学生可多次重复实验，直至完全掌握整个实验后，需进行填写实验报告、完成自测题等考核环节。

虚拟实验中，学生通过理论学习、虚拟操作、知识引导、分析设计、问题情景等方法，自主完成注塑原理与工艺（理论认知学习）、注塑机使用操作（技能操作学习）、塑件缺陷成因分析（综合应用学习）等实验过程。

● **理论学习** 学生利用虚拟实验提供的理论知识学习版块，通过图片、视频形式，完成注塑原理、注射机结构与操作、注射成型过程、缺陷形成机理等实验内容的自主学习。此过程既可作为实验前的预习环节，也可作为实验后进行理论知识的深化巩固。

● **虚拟操作** 学生通过模拟操作，按照生产规程完成工艺设计、注塑生产前准备、开机、装模、参数设置、注塑成型、开模出件、结束清理等过程。使学生在虚拟操作的过程中，将认知与实践相结合，系统地掌握实际生产过程中的工艺规程和规范操作。

● **知识引导** 虚拟实验过程中依据教学和实验的要求，分别设置有：情景人物对话、知识提示、观察视角引导、部件高亮提示、虚拟动画等指引方法。其中

情景对话和知识提示对基础的实验知识进行了拓展与扩充,便于学生更好的进行理论和实践的融会贯通;视角引导、高亮提示等引导手段,降低了实验的操作难度,保证学生将更多的注意力集中于对注塑工艺过程的学习。

● **分析设计** 学生自行完成工艺分析和方案设计,通过生产加工验证其方案可行性,可多次实施不同工艺方案并分析不同参数下的缺陷形式,掌握重要工艺参数对塑件质量的影响规律。此外,学生可借助系统提供的不同工艺参数下塑件注射过程的有限元分析视频,深入分析缺陷成因,理解缺陷形成机理,明晰参数影响规律,改进工艺方案。

● **问题情景** 系统在关键工艺过程创设了问题情景分析及模拟对话,设置了多样化的交互问题,包括情景判断、专业知识测试、错误操作警示等形式,使学生能充分理解所学知识在实践中的体现和应用,激发学生的好奇心和求知欲。

## (2) 学生交互性操作步骤说明

运行实验不需要在浏览器上安装插件,要求浏览器支持 WebGL 技术即可(如火狐、360 极速、QQ 浏览器、Microsoft Edge 等)。

实验**详细操作步骤**在网页内查看《**实验操作手册**》。

进入虚拟实验后,点击“开始实验”按钮,交互性操作步骤如下:

### 场景一 工艺室设计

#### (1) 分析塑件及其模具结构,学习缺陷机理

如图 2-8 所示,进入工艺室后,首先,分析塑件(温控器外壳)结构、尺寸和材料等;其次,通过动模和定模的组成、结构及说明,认知该塑件的成型模具;最后,学习《缺陷手册》认知缺陷特征、产生机理以及解决方案等。为初步确定工艺方案做准备。



图 2-8 工艺室交互界面

## (2) 工艺参数确定

通过查阅手册，结合塑件和模具分析，初步确定材料干燥温度、干燥时间、模具温度、注射时间、注射压力等参数，输入工艺卡，并填写工艺员姓名，如图 2-9 所示。填写完工艺卡后，可选择“放下”重新设计参数或选择“车间生产加工”进行下一步交互操作。



图 2-9 工艺参数设置

## 场景二 塑件生产加工

### (3) 注塑机结构及《注塑安全生产手册》学习

如图 2-10、图 2-11 所示，通过交互操作，学习锁模机构、模板和推出机构等注塑机典型结构的位置、作用和工作特点。通过学习《注塑安全生产手册》，掌握注塑机的操作规范和安全注意事项等。

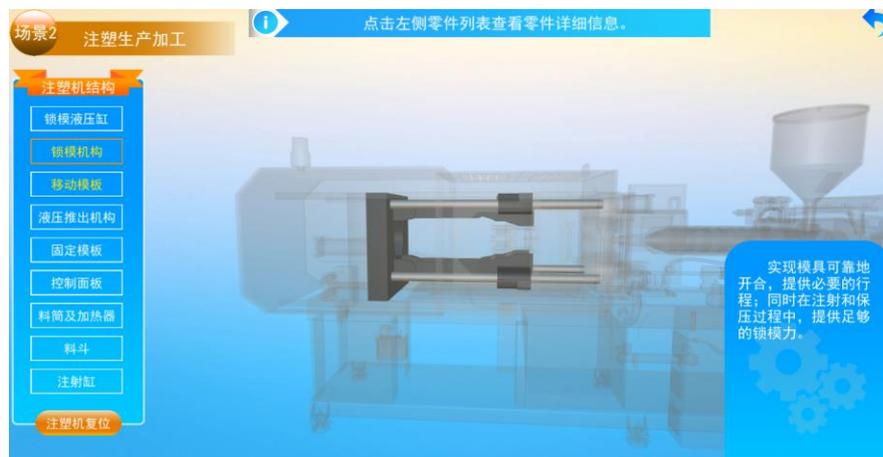


图 2-10 注塑机 3D 结构

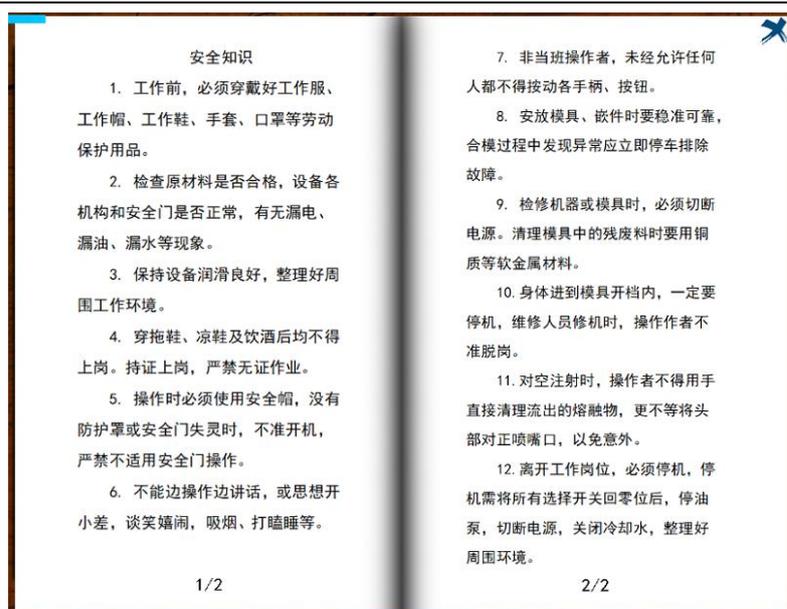


图 2-11 《注塑安全生产手册》

#### (4) 生产前安全检查及着装

如图 2-12 所示，以师生对话的形式完成注塑生产前的各项准备工作，形式为教师提问，学生回答，学生需正确回答方可进行下一步操作。安全检查完成后，点击“一键换装”，完成安全着装。



图 2-12 安全检查

#### (5) 生产准备

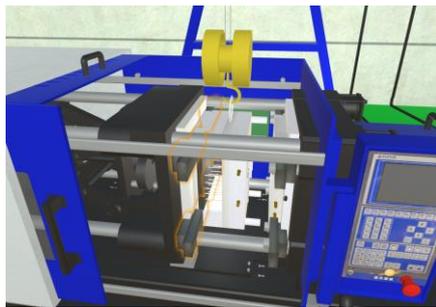
闭合干燥箱电源开关，放入原料，按工艺卡设计参数进行原料干燥，如图 2-13 所示；闭合注塑机电源开关；开启注塑机。



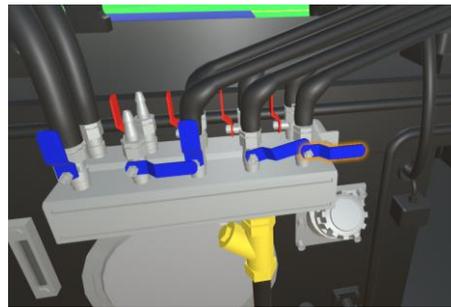
图 2-13 原料干燥

### (6) 装模

点击注塑机控制面板上“马达开”按钮，打开注塑机顶门和右门（安全门），安装模具，模具对准定位孔后，紧固模具，如图 2-14 所示；合模，安装模具冷却水管；关闭安全门；打开冷却水阀。



(a) 装模过程



(b) 打开冷却水阀

图 2-14 安装模具

### (7) 放料

干燥时间到，取出干燥后的 ABS 原料，倒入注塑机的料斗中，如图 2-15 所示。

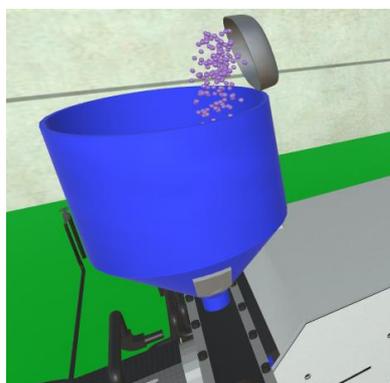


图 2-15 倒入原料

## (8) 参数设置

如图 2-16 所示，点击注塑机控制面板模型，打开虚拟控制面板界面。对照工艺卡片上的参数，输入注射压力、注射时间和模具温度等参数。

车间		第一车间		塑料注射成型		资料编号		0000003029	
工艺卡片									
零件名称	温控器外壳	材料牌号	ABS	共 1 页	第 1 页	设备	DHG-9240		
装配图号	WKQ-0	材料定额kg/件	6	设备型号	SA900 II	材料干燥	温度 /℃	85	
零件图号	WKQ-1	重量/g	58.94	每模件数	3	时间 /h	1		
							料筒温度 /℃	后段	190
							中段	210	
							前段	210	
							喷嘴温度 /℃	220	
							模具温度 /℃	25	
							时间/s	注射	0.8
							保压	3.5	
							冷却	6	
							压力/MPa	注射	40
							保压	65	
							时间定额 /s	辅助	14
后处理	温度/℃	70	时间定额 /s	单件	14				
编制	校对	审核	车间主任	主管工程师					
11									

图 2-16 工艺参数输入

## (9) 挤出废料

按下电热开关，待防冷启动倒计时完成后，进行两次“储料”、“射出”，将注塑机料筒内上次生产残留的废料挤出。打开料筒防护罩，用夹钳将废料取出。

## (10) 注射

按“座台进→储料→射出”的过程，完成一次塑件注射。如图 2-17 所示，该阶段可学习真实实验中无法观测的在材料塑化、熔融流动、螺杆动作及注射充填过程。

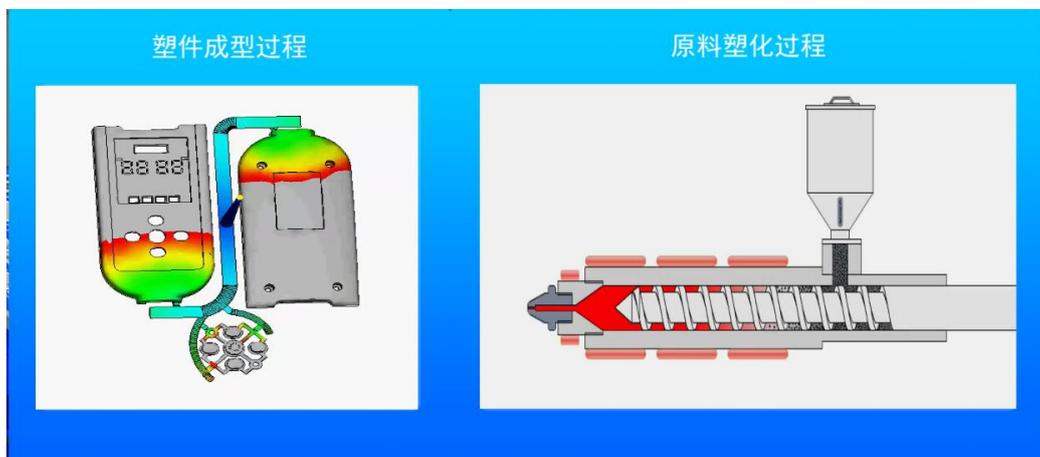


图 2-17 注射、填充过程

### (11) 开模、出件

注射完成，待塑件冷却定型后，操作注塑机开模，将塑件顶出。

### (12) 结束清理、停机

将座台退回，进行两次“储料”、“射出”，将注塑机内残留的余料挤出，取出。关闭注塑机、断开干燥箱电源开关和注塑机电源开关，关闭冷却水。

## 场景三 工艺室塑件质量分析

### (13) 缺陷分析

进入工艺室，查看生产塑件的质量，判断缺陷的形式，如图 2-18 所示。结合缺陷手册和工艺方案，确定缺陷产生的原因。



图 2-18 塑件充填不足

### (14) 师生交流

如图 2-19、图 2-20 所示，依据缺陷分析结果，与教师进行交流，需回答教师问题，主要有：有无缺陷、产生原因。若回答错误，返回塑件观察场景，重新观察塑件，结合工艺卡和缺陷有限元分析影响规律视频，进行再次回答，直至正确；回答正确后，进入下一步。



图 2-19 师生交流情景



图 2-20 有限元分析视频

### (15) 优化工艺方案

依据缺陷分析结果，重新设计工艺参数，进行加工，直至塑件质量合格。至此完成一次完整的虚拟实验。

完成虚拟实验，点击“重新实验”可再次进行实验，直至掌握。

## 2-8 实验结果与结论要求

(1) 是否记录每步实验结果：是 否

如图 2-21 所示，系统自动记录并评判学生的整个实验操作过程，并提供学习记录查看功能，便于学生自我学习与提升，便于教师检查和评价。

### 注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验

实验使用操作记录一览表

访问前	访问时间	步骤ID	操作名称	正确与否
guest	2018-08-24 16:30:03	26	登台前进	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	28	开始进料	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	50	关闭了电源开关	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	31	通冷却水	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	16	打开了电源开关	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	33	开始开模	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	35	开始顶出塑件	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	46	拆开了控制面板	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	47	拉开了顶口窗口	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	48	用钢棒顶出了假塑料	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	49	关闭了冷却水	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	30	开始射出	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	9	开始安装模具	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	0	开始人物对话	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	1	给工人穿上安全防护装备	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	2	打开干燥机门	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	3	原料放入干燥机	✓
guest	2018-08-24 16:30:03	4	关闭干燥机门	✓

图 2-21 系统记录

(2) 实验结果与结论要求：实验报告 心得体会 其他

实验提供实验报告模板，如图 2-22 所示。学生需根据实验情况，将实验过程、实验数据和实验结果等在线填入实验报告，并完整叙述整个注塑工艺过程，完成 1~2 种典型缺陷的成因分析和优化过程，阐明主要工艺参数对塑件质量的影响规律。

五、实验记录及结果					
工艺-1					
工艺参数				实验结果（有无缺陷及形式）及原因	
熔体温度（℃）	<input type="text"/>			<input type="text"/>	
模具温度（℃）	<input type="text"/>				
注射压力（Mpa）	<input type="text"/>	注射时间（s）	<input type="text"/>		
保压压力（Mpa）	<input type="text"/>	保压时间（s）	<input type="text"/>		
干燥温度（℃）	<input type="text"/>	干燥时间（s）	<input type="text"/>		
工艺-2					
工艺参数				实验结果（有无缺陷及形式）及原因	
熔体温度（℃）	<input type="text"/>			<input type="text"/>	
模具温度（℃）	<input type="text"/>				
注射压力（Mpa）	<input type="text"/>	注射时间（s）	<input type="text"/>		
保压压力（Mpa）	<input type="text"/>	保压时间（s）	<input type="text"/>		
干燥温度（℃）	<input type="text"/>	干燥时间（s）	<input type="text"/>		
六、实验总结					
<input type="text"/>					

图 2-22 实验报告模板

### (3) 其他描述

学生需结合个人实验情况，完成相关试题测试。如图 2-23 所示，以客观和主观的形式提供与具体实验有关的理论自测题。安全生产、工艺方案、设备原理、操作过程等基础知识采用客观题进行考核，缺陷分析、优化设计和工程实践等综合分析和应用能力采用主观题进行考核。



图 2-23 自测题

## 2-9 考核要求

### (1) 总体考核形式与要求

考核形式主要以过程自动评判、实验报告完成和综合试题测试等为主。其中过程评判占 20%，实验报告占 50%，综合试题占 30%。要求学生，通过考核具备以下能力：

- ① 能够根据实验要求，进行安全防护和操作；
- ② 能够通过实验掌握注射机各部分结构名称与作用；
- ③ 能够通过理论分析，设计工艺参数；
- ④ 能够通过实验认知注塑工艺过程及注射机工作过程；
- ⑤ 能够通过工艺参数分析，得到参数对制品质量的影响规律；
- ⑥ 能够实验结合理论分析不同缺陷，并根据具体缺陷制定合理的工艺参

数。

## (2) 具体考核内容与要求

### ① 过程评判

实验以自动判断的方式对学生塑件加工操作过程的正确性进行判断, 并进行相应的提示, 系统全程对学生的操作过程进行记录, 并以文字描述的形式提供给学生和教师进行查看, 便于对学习情况进行掌握。

依据预制工艺设计约束条件, 自动分析学生所设置的关键工艺参数对塑件质量的影响和产生缺陷的形式, 并与学生对塑件质量判断进行对比, 在学生判断错误的情况下, 给出相应的错误提示, 并允许学生调节工艺参数再次判断。

### ② 实验报告

学生在完成虚拟实验后, 需将实验过程中的相关数据、操作步骤、实验结果和主要结论等填入到实验报告中。

考核标准如下:

优秀 (95): 实验报告内容完整充实, 填写规范, 实验结果、分析和结论完全正确。

良好 (85): 实验报告内容完整, 填写规范, 实验结果、分析和结论正确。

中等 (75): 实验报告内容较完整, 填写较规范, 实验结果、分析和结论基本正确。

及格 (65): 实验报告内容基本完整, 实验结果、分析和结论存在问题。

不及格 (60 以下): 实验报告内容不完整, 实验结果、分析和结论存在严重错误或报告抄袭迹象明显。

### ③ 综合试题

试题主要包括选择、填空和问答题, 对学生的理论和实验掌握情况进行在线测试。客观题系统自动判断、自动计分, 并进行记录, 主观题由指导教师在线查看并评判。

## 2-10 面向学生要求

### (1) 专业与年级要求

材料成型及控制工程专业、高分子材料与工程专业本科高年级及研究生。  
机械、材料、化工等学科本科高年级及研究生。

### (2) 基本知识和能力要求等

具有注塑成型的基础知识，了解注塑成型过程的基本原理，具备实验设备、仪器的操作能力。

## 2-11 实验项目应用情况

(1) 上线时间：2017.3

(2) 开放时间：2017.5

(3) 已服务过的学生人数：1100

(4) 是否面向社会提供服务：■ 是 □ 否

## 3. 实验教学项目相关网络要求描述

### 3-1 有效链接网址

121.195.222.220

### 3-2 网络条件要求

(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

客户端到服务器的带宽：最低要求 2M，推荐 4M 以上。

(2) 说明能够提供的并发响应数量（需提供在线排队提示服务）

同时支持在线并发响应人数 2000 人，超过该数量提供在线排队提示。

### 3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

(1) 计算机操作系统和版本要求

查看管理页面和运行虚拟实验要求：

Windows7 及以上（32 位、64 位均可）；

Mac OS 10.9 以上；

Linux。需可运行支持 WebGL 技术的 Firefox 浏览器。

(2) 其他计算机终端操作系统和版本要求

在 Android 和 iOS 系统上仅可查看管理页面系统，不能运行 3D 交互程序。

(3) 支持移动端：■是 □否

3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

(1) 需要特定插件 □是 ■否

3D 虚拟场景在支持 WebGL 技术的浏览器中运行，不需要安装插件。

(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可否可提供相关软件下载服务）

为了运行虚拟实验用户计算机上需要安装支持 WebGL 技术的浏览器，目前常见的浏览器、版本及使用的操作系统，如表 3-1 所示。

浏览器需要支持 512M 以上缓存空间。

表 3-1 配置要求

编号	浏览器名称	版本	备注
1.	360 极速	9.0	Windows7 以上
2.	Microsoft Edge	41.16299	Windows10
3.	Firefox（火狐）	59.02	Windows7 以上、Linux
4.	360 安全	9.1	Windows7 以上
5.	Chrome（谷歌）	62/65 解析速度较慢，不推荐	Windows7、Linux
6.	Safari		Mac OS
7.	QQ 浏览器（极速模式）	9.7	Windows7 以上

### 3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

用户配置要求如表 3-2 所示。

表 3-2 配置要求

计算机配置需求	其他计算终端配置需求
处理器：Intel i3 以上 内存：4GB 以上 硬盘空间：320G 以上 显卡：NVidia 系列独立显卡，1G 显存以上 网络：1000Mbps 以太网卡 显示器：19 英寸以上，分辨率 1366×768 以上，推荐使用 1920×1080 网速：2M 以上	无

### 3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

#### (1) 计算机特殊外置配置要求

无。

#### (2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

无。

## 4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

本实验项目依托河北科技大学材料科学与工程虚拟仿真实验中心平台，采用 B/S 结构，根据平台服务器所运行的操作系统和工作环境（.NET Framework 框架），实验采用 ASP.NET 技术、3D 建模技术、虚拟现实技术、Web 网络技术和数据库管理技术等进行构建。三维场景浏览、交互及功能发布采用目前流行的 3D 虚拟现实引擎——Unity 进行开发。前台页面展示部分采用 HTML、CSS 相结合的形式进行开发，浏览器中 3D 场景展示与交互使用 WebGL 的形式，3D 虚拟场景与页面通信采用 JavaScript 脚本的形式实现。虚拟实验项目运行环境与开

发技术见表 4-1

表 4-1 系统架构

指标	内容	
系统架构图及简要说明	实验依托河北科技大学材料科学与工程虚拟仿真实验中心平台进行建设，其与平台的关系，参见下图。	
实验教 学项目	开发技术（如：3D 仿真、VR 技术、AR 技术、动画技术、WebGL 技术、OpenGL 技术等）	三维建模技术、人机交互技术、虚拟现实（VR）技术、Web3D 技术
	开发工具（如：Unity3d、Virtools、Cult3D、Visual Studio、Adobe Flash、百度 VR 内容展示 SDK 等）	Unity3d、3ds Max、Photoshop Visual Studio、Xamarin
	项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）	<p><b>单场景总面数（三角面）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 虚拟工艺室：46.4K</li> <li>● 虚拟车间：2.6M</li> </ul> <p><b>贴图分辨率</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 精模型：1024×1024</li> <li>● 普通模型：512×512 或 256×256</li> <li>● 低模型：128×128</li> </ul> <p><b>帧频、刷新率（由视角和计算机性能决定）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 虚拟工艺室：30FPS 以上</li> <li>● 虚拟车间：30FPS 以上</li> </ul> <p><b>分辨率（由用户屏幕决定）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 最低要求分辨率：1366×768</li> <li>● 推荐分辨率：1920×1080</li> </ul> <p><b>动作反馈时间（由用户计算机性能决定）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● &lt;500 毫秒</li> </ul> <p>帧频、刷新率、动作反馈时间和使用者的计算机硬件性能有直接关系，计算机性能越高帧频、刷新率越高、动作反馈时间越短，此外这几个参数还与使用者在虚拟环境中观察角度有关，同时进入观察视野的虚拟 3D 对象越少，则效率越高反馈时间越短。</p> <p>分辨率与使用者屏幕分辨率有直接关</p>

		系。
管理 平台	开发语言（如：JAVA、.Net、PHP等）	.NET(C#、ASP.NET) HTML5/CSS/JavaScript
	开发工具（如：Eclipse、Visual Studio、NetBeans、百度 VR 课堂 SDK 等）	Visual Studio
	采用的数据库（如：HBASE、Mysql、SQL Server、Oracle 等）	平台系统：MySQL 5.7 虚拟实验：Xml、Access

### (1) 虚拟实验结构与技术体系

虚拟实验结构及其与平台的数据交互关系，如图 4-1 所示。

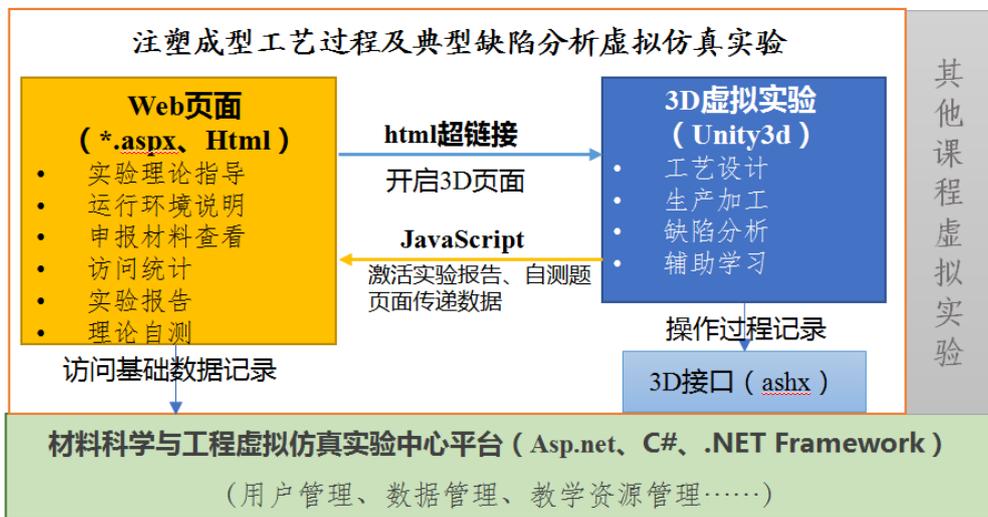


图 4-1 系统开发架构图

“虚拟仿真实验中心平台”（简称平台）为“注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验”以及其他虚拟实验提供访问控制、权限、实验数据和学习过程管理等。

就“注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验”而言，其主要由 3 部分组成：

- ① 3D 虚拟实验，构建虚拟实验环境，完成注塑工艺设计、塑件生产加工、塑件缺陷分析以及辅助知识等虚拟实验内容。
- ② 3D 实验接口，运行于服务器平台上，完成对虚拟实验操作过程的实时记录功能，接口从 3D 实验中获得用户的操作，并将有关数据（用户、时间、操作、正确性等）记录到平台的数据管理系统中，以便后期进行查看与访问。
- ③ Web 页面，为虚拟实验提供了访问链接和学习辅助知识，其重点内容包

括：实验教学项目技术要求、项目申报材料、系统运行环境说明以及实验完成与访问数量统计等。

## (2) 管理平台系统结构与技术

### ① 管理平台功能组成

实验管理平台指在后台运行的，为实验教学提供支持的各类操作与数据管理系统，它包括用户权限管理、学生操作管理、教师操作管理、教务管理员以及系统管理员管理等。主要功能组成如图 4-2 所示。

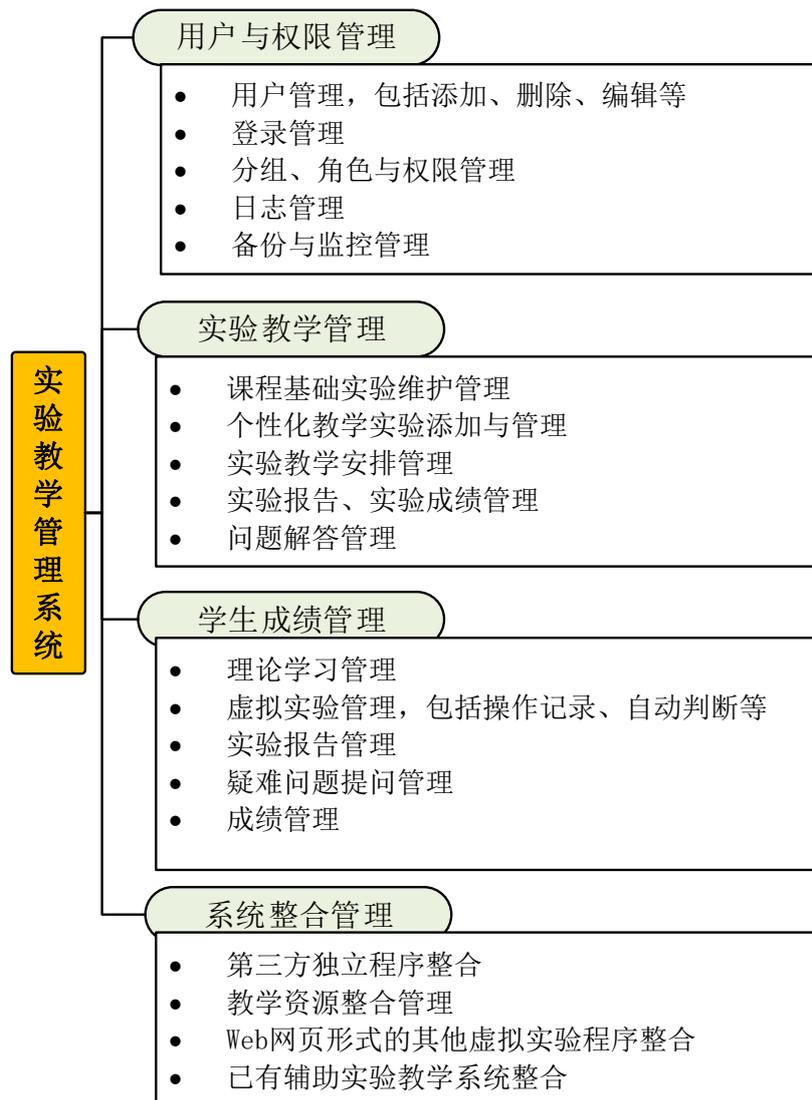


图 4-2 管理平台功能

### ② 管理平台框架与组成部分

如图 4-3 所示，实验管理平台系统采用 B/S 结构，允许用户（学生、教师、教辅人员、管理员）通过浏览器对系统功能进行访问。从总体上讲，系统由数据库服务器系统（含数据库、业务库、资源库等）、Web 服务器系统、浏览器系

统组成，其中浏览器中的内容分为二维 Web 页面和嵌入其中的三维虚拟实验室场景。

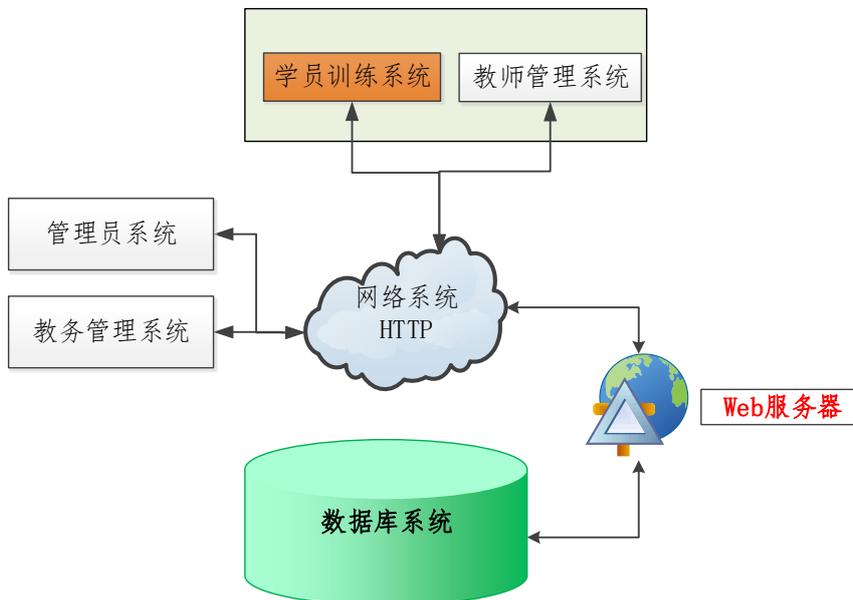


图 4-3 管理平台框架

### ③ 管理平台系统功能层次逻辑关系

系统的功能逻辑构成及层次结构描述了系统运行过程中各功能和硬件的支撑和依赖关系，合理的系统层次结构和逻辑关系的划分可以明确系统开发的重点和各个功能模块之间的接口关系，如图 4-4 所示。

- 基础支撑层是系统安全可靠运行的支撑与保障，包括硬件及网络、系统软件等。其中，硬件及网络包括服务器、网络、存储、备份设备等；系统软件包括操作系统、数据库等。

- 数据库、资源库、知识库是系统的基础，它包括两部分的内容，其中数据库中主要以字段的形式存放相关课程信息、实验仪器（设备）属性信息、操作规程信息、实验属性信息、元数据信息等。此外，还包含了虚拟场景中所用到的模型数据，如纹理、音频、视频、三维景观数据等，模型库中的信息通常以文件的形式进行存储，通过索引和元数据的形式与数据库相关联。

- 实验管理平台为实验教学提供支持的各类操作、资源、数据管理系统，它包括用户权限管理、学生操作管理、教师操作管理以及管理员（教务）管理等。学生实验管理包括实验过程记录、实验操作评价、师生交互、实验报告等；教师实验管理部分包括实验设定、成绩管理、实验报告管理等；教务管理包括用户权限管理、课程资源管理等。

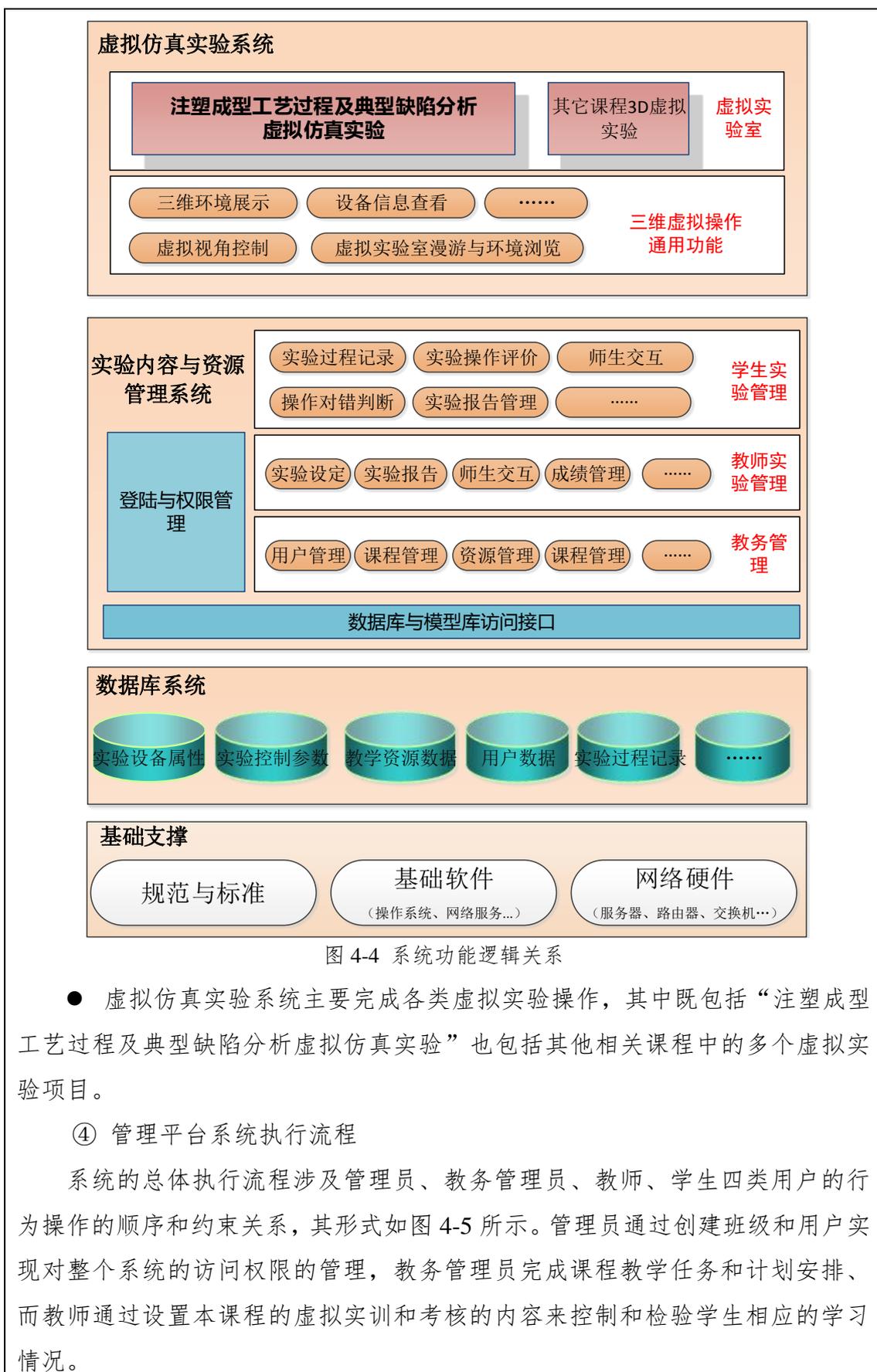
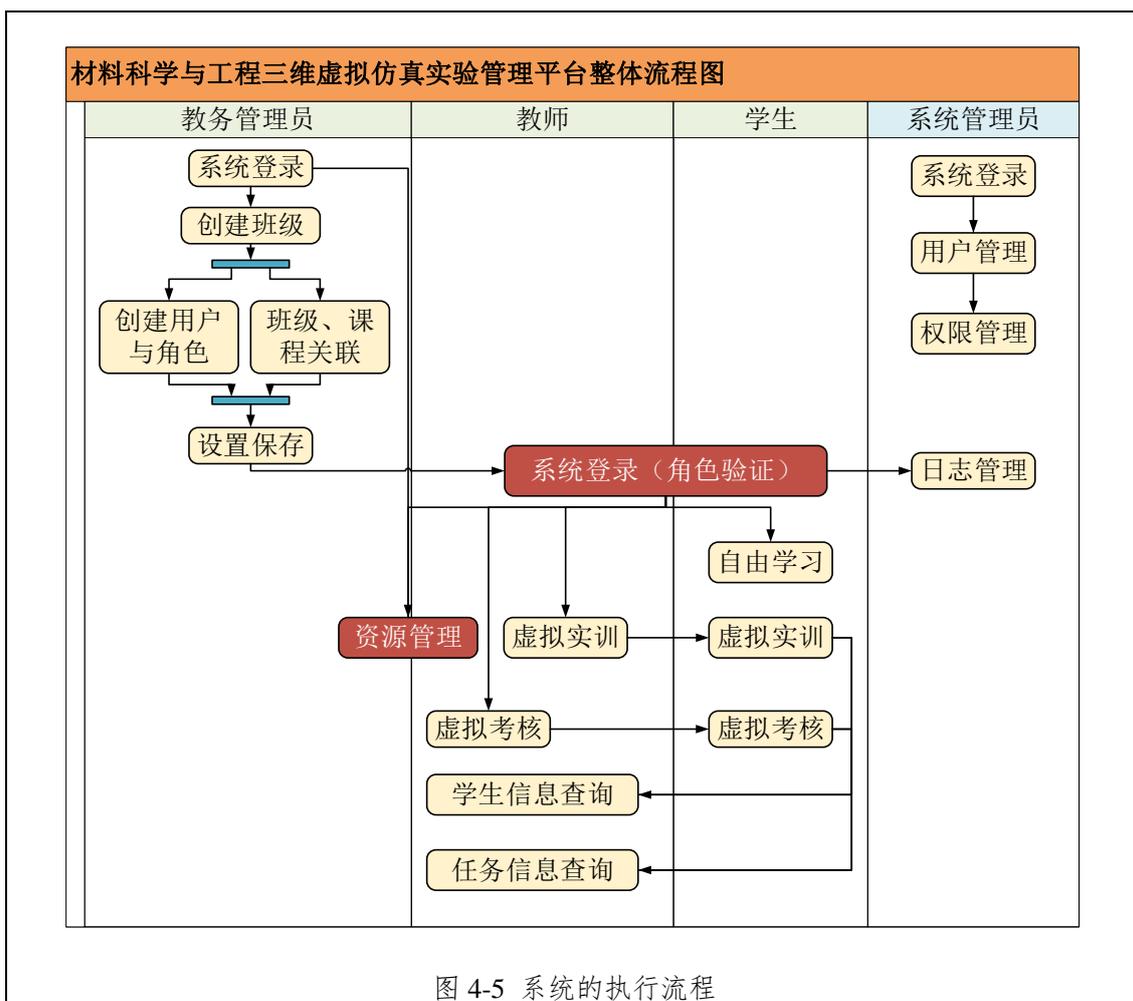


图 4-4 系统功能逻辑关系

● 虚拟仿真实验系统主要完成各类虚拟实验操作，其中既包括“注塑成型工艺过程及典型缺陷分析虚拟仿真实验”也包括其他相关课程中的多个虚拟实验项目。

④ 管理平台系统执行流程

系统的总体执行流程涉及管理员、教务管理员、教师、学生四类用户的行为操作的顺序和约束关系，其形式如图 4-5 所示。管理员通过创建班级和用户实现对整个系统的访问权限的管理，教务管理员完成课程教学任务和计划安排、而教师通过设置本课程的虚拟实训和考核的内容来控制 and 检验学生相应的学习情况。



## 5. 实验教学项目特色

(运用信息技术开展教学理念、教学内容、教学方式方法、开放运行、评价体系等方面的特色情况介绍，不超过 800 字。)

### (1) 实验方案设计思路

实验项目以学生为中心，坚持“能实不虚，以虚补实”的原则，综合运用 3D 建模、交互式虚拟现实、Web 网络和数据库技术，以真实场景的空间布局、仪器设备为蓝本，构建集生产环境、设备、工具等为一体的虚拟实验。通过人机交互，学生既可在虚拟仿真实验中体验真实实验相同的效果，又可观看真实实验条件下无法体现的内部过程和现象。

结合生产实际案例，使学生掌握注塑成型工艺过程、设备结构和设备操作的同时，要求学生能够考虑环境和安全等因素，合理分析、评价专业工程实践问题。着重培养学生的自我学习能力，设置了学生自主分析设计环节，包括：塑件结构分析；工艺方案确定；塑件缺陷成因分析及改进。旨在调动学生的学习兴趣和积

极性，培养学生解决复杂工程问题的能力，提升学生创新意识。

## **(2) 教学方法**

学生在进行虚拟实验前，需在教师的指导下进行真实实验，掌握实际实验场景、设备组成、实验步骤和设备操作，以达到感性认识和“能实不虚”的目的。

学生进入虚拟实验环境后，需进一步加强安全防护知识学习和实验知识预习，根据教师安排的预习知识，预习有关理论知识和实验内容，做好虚拟实验准备。

学生在虚拟环境中进行实验操作，交互操作包括场景漫游、参数分析及设计、安全检测和虚拟设备操作等。通过实验数据描述与展示手段，包括 UI 数字显示、数据走势曲线描述、虚拟设备仪表显示、实验现象特效模拟等，直观展现真实实验难以观测的注射成型工艺过程和设备工作过程等，实现虚拟环境与真实环境的相互映射，达到“以虚补实”的目的。提高学生科学实验的兴趣，使学生在实验的基本技能、综合设计和研究创新等方面得到系统的训练。

## **(3) 评价体系**

为有效评价学生的学习和实验效果，提供了操作过程自动评价、实验报告和理论测试等方式，建立了完善的考核标准，实现对学生虚拟实验过程进行全方面的记录、总结和评价。建立了对应的反馈机制，全面统计学生反馈的建议和意见，为实验的持续建设与更新提供有力的参考。

## **(4) 传统教学的延伸与拓展**

传统教学在一定程度上忽视了学生作为学习主体的存在。本实验将现代教学技术融入到实验教学中，通过交互的方式，实现学生自主完成工艺设计、生产加工和缺陷分析等内容，凸显学生的学习主体地位。

传统实验教学大多附属于理论教学，实验内容往往不能有效结合生产实际，验证性实验过多，综合性、设计性和应用性等实验偏少，已不能适应当下对人才培养的要求。本实验创设虚拟“导师”环境，努力实现更高层面上的面对面实践教学，创建虚拟生产环境，使实验教学可以脱离空间、时间的限制，将虚拟实验与生产实际相结合，构建一种全新的实践教学模式，增强学生工程实践能力，培养学生的创新意识和创新思维，提高学生综合素质。

传统实验缺乏相应的整合、交互与融合。本实验结合典型塑件的整个生产工艺流程，通过整合实验内容，使学生连贯地学习相关专业知识，促进学生知识体系的搭建。

## 6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划, 包括面向高校的教学应用计划、持续建设与更新、持续提供教学服务计划等, 不超过 600 字。)

为充分发挥虚拟仿真实验服务教学、服务社会的功能, 通过对本实验教学项目的持续建设和更新, 实现优化升级、高效利用和科学管理, 具体计划如下:

### (1) 持续建设与更新

充分发挥省级虚拟仿真实验教学中心的优势, 加大经费投入, 持续优化虚拟仿真实验项目。

① 丰富产品库和材料库, 增加 3-5 种典型塑件和不同材料的注塑成型工艺;

② 升级分析模块, 深度开发注塑模具结构分析模块和成型缺陷分析模块;

③ 扩展交互环节, 增设设备选择、浇注系统和冷却系统设计及验证等虚拟交互实验环节。同时, 结合培养方案和教学内容, 开发新的虚拟仿真实验项目, 构建综合化虚拟实验教学体系, 实现不同实验间知识点的衔接和贯通, 培养和提升学生的工程实践能力和创新能力。

### (2) 面向高校的教学应用计划

本实验用于本校师生开展塑料成型工艺相关课程教学和研究的的同时, 还适用于化学工程与工艺、高分子材料工程和机械制造工艺与设备等专业的课程。面向高校开展教学应用的具体计划为: 加强与其他高校的交流与合作, 吸收先进技术和经验, 实现资源共享, 进行互联互通; 定期开展虚拟仿真实验应用推广活动, 结合其他院校的具体需求, 丰富和优化虚拟仿真实验的教学方法和资源; 通过大数据技术实现对教学数据的收集与分析, 及时掌握学生的使用效果和反馈意见并进行有效评估, 为实验课程及内容的科学设置和调整提供依据。

### (3) 面向社会的推广与持续服务计划

秉承共享、协同服务的理念, 借助互联网前沿技术, 整合丰富的生产实际案例, 以全新的服务理念面向社会提供专业、开放、先进的教学平台; 建立推广服务体系, 健全推广应用绩效评估体系和激励与约束机制; 组织师生走进企业, 加强理论知识与工程实践的结合, 借助虚拟仿真实验帮助企业解决注塑工艺设计、生产加工操作和管理工作岗位人员理论知识欠缺、技术水平亟待提高的实际问题; 与国内外教学科研机构和相关企业共享建设成果, 服务学生、服务企业、服务社会。

项目被认定后, 1 年内面向高校和社会免费开放并提供教学服务, 1 年后至 3 年内免费开放服务内容不少于 50%, 3 年后免费开放服务内容不少于 30%。

## 7.诚信承诺

本人已认真填写并检查以上材料，保证内容真实有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年 月 日

## 8.申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“国家虚拟仿真实验教学项目”，学校承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日