

《塑料成型工艺及模具设计》课程思政教学案例

开课学院：材料科学与工程学院

制作人：张美丽

课程名称	塑料成型工艺及模具设计	授课对象所属专业	材料成型及控制工程
课程类型	专业课程	开课年级	大三年级
课程性质	专业必修课	课程总学时	48

一、课程简介

随着塑料制品的应用越来越广泛，塑料产品轻量化、美感的要求日益增加，以及产品更新换代周期越来越短，对塑料模具设计的要求越来越高。《塑料成型工艺及模具设计》课程作为材料成型及控制工程专业的核心课程，对培养学生的专业能力起着重要作用。本课程主要包括塑料成型基础知识、塑料制品设计、塑料注射成型原理及工艺、注射模具设计、注塑成型新技术等几个部分。通过教学的各个环节，使学生掌握常见塑料的特性、塑料制品工艺性分析方法，理解塑料成型的基本理论，掌握各种塑料成型方法的工艺特性；使学生理解塑料模具设计的基本理论，掌握塑料模具的设计特点，为从事模具设计打下扎实的理论基础。

二、案例基本信息

1.案例名称：绿色前行，创新驱动——注射模具浇注系统设计

2.对应章节：第四章 注射模具设计 第三节 注射模具浇注系统设计

3.课程讲次：第 14 讲

三、案例教学目标

通过塑料成型过程中产生的浇注系统废料尤其一模多腔庞大的浇注系统废料，增强学生节约能源意识，同时引出解决浇注系统废料的新技术——热流道成型，激发学生探索新技术的动力；并且热流道浇注系统顺序进浇还可以避免大型复杂塑件熔接痕的产生，从而引出可以避免熔接痕的另一种新技术——高光无痕成型，具有免喷涂、节能、环保的优势，通过指出新技术关键点及现在 2 个课题组的研究进展，带领学生进一步探索，培养学生的科学探索精神，使学生

成为适应新技术的德才兼备的创新型新工科人才。

四、案例主要内容

绿色前行，创新驱动——热流道成型和高光无痕成型

一、热流道成型

普通浇注系统成型时，切除下来的浇注系统凝料需再作繁琐的处理(粉碎、染色、造粒)后才能回用，且加入过多的浇注系统回收料会明显降低塑件质量。因此如何减少浇注系统凝料或无浇注系统凝料便成为浇注系统改进、革新和发展的重要方向。

如果在每次注塑完毕后浇注系统中的塑料不凝固，塑件脱模时就不必同时将浇注系统脱出，可以采用对流道进行加热的办法，保持浇注系统塑料一直呈熔融状态，没有废料产生，这就是热流道浇注系统。热流道成型是塑料注塑成型工艺发展的一个热点方向，热流道技术具有独特的优势：

1.节省塑料原料

由于热流道无冷凝料，基本上无冷流道浇口料，不需要回收，尤其是价格昂贵，不能用回料加工的塑料产品，可大大节约成本。应用热流道如果正常生产一般 2-3 个月，可收回热流道成本。

2.提高生产率，实现自动化生产

塑料产品经过热流道模具成型后，无需修建浇口，取冷凝料柄工序，有利于浇口与产品的自动分离，便于实现生产过程自动化，缩短塑料产品成型周期。

3.提高产品质量

与普通浇注系统双分型面的三板模相比，热流道系统内的塑料熔体温度不易下降，保持恒温，不需要像冷流道模具那样，以提高注射温度来补偿塑料熔体温度的下降，所以热流道内的塑料熔体更易流动，对于大型、薄壁、难以加工的塑料产品更易成型，脱模后产品残余应力低，产品变形小，热流道系统使浇口更小，选用针阀式热流道进浇点，只能看到阀针痕。

4.强化注射机功能

热流道系统中塑料熔体有利于压力传递，流道中的压力损失较小，可大幅度降低注塑压力和锁模力，减小了注射和保压时间，在较小的注射机上更容易成型长流程的大尺寸塑件，可选择较小的注射机和减少注射机的费用，强化了注射机的功能，改善了注塑工艺。

5.提高产品一致性和平衡性

热流道系统通过温度控制、可控喷嘴以及对浇口的精确控制，实现充模平衡，保证多腔成型的一致性，提高了塑件的精度。

但热流道浇注系统也具有一定的局限性，如制造费用高；温度控制要求严格，否则容易使塑料分解、烧焦，可采用温控箱监测和控制热流道板和热喷嘴的温度；并且热流道系统复杂，操作维修复杂，需要专业的技术和工具进行维护和修理，对于维护不当或修理不及时模具，会影响注塑制品的品质。

尽管热流道成型具有一定的局限性，但其节能、高效等优势促使工程科技人员不断克服这些缺陷。并且由于其进胶位置选择自由，采用气缸时序控制，可成型大型复杂塑件，如汽车保险杠、汽车前门饰框等，顺序进浇可以使各浇口流出的分支料流逐步推进，彼此完全熔入对方，进而切实有效的消除熔接痕或使其大幅度减少，或将其转移到制件的非重要表面来达到生产目的。

除了可以顺序进浇的热流道成型技术，还有一种先进的成型技术也可以避免熔接痕产生——高光无痕成型。

二、高光无痕成型

为何如今众多国际国内知名电子电器产品企业如三星、夏普、长虹及海尔的产品如液晶电视等的外观已变得如此色彩光鲜亮丽、闪烁抢眼呢？

随着社会经济迅速地发展，人们已不再仅仅满足于液晶电视的使用功能，对其外观的欣赏品味及绿色环保的要求越来越高。原来的电视机机壳会先经历注塑，再喷涂的过程，此工艺成型周期长，既不环保，产品质量也不稳定，因此国际知名电子产品企业大牛们纷纷摒弃了老方法，转而采用一种新型成型工艺——免喷涂高光无痕注塑成型技术。

该技术可使液晶电视面板表面光泽度高且无熔接线、流痕、缩痕、翘曲、波纹和银丝纹等不良缺陷，并且无需后续的喷涂工序，从而对环保及降低成本极为有利。那么免喷涂高光无痕注塑成型技术是如何实施的呢？

高光无痕注塑成型技术也称为快速热循环注塑成型（Rapid heat cycle molding, RHCM）技术，其与传统注塑成型（Conventional injection molding, CIM）的主要区别在于温度的控制。在 RHCM 工艺中，熔体在注射前将模具型腔表面快速加热至塑料的玻璃化转变温度以上，且一直保持该温度，在保压阶段后期进行快速冷却，该工艺可以成型传统注塑难以成型的流程较长的超大、超薄塑件以及具有微纳结构特征的塑件，能够显著改善传统注塑成型制品表面的缺陷，可以提高制品对型腔壁的复原性，有效避免制品表面银丝纹、凹痕、表面色差及面浮纤的产生，也是解决熔接线问题的有效方式。

因此，精确控制模温是实现免喷涂高光注塑成型的一大关键，目前使用较多的温控技术有如下几种：

1. 用油加热的高温模温机。模温可被始终维持在恒定温度，优点是成本低、使用方便，但在模具设计上要考虑好熔接线的处理，同时对材料的流动性要求也相对更高。该种模温机主要应用于对外观要求稍低的产品。

2. 蒸汽加热的快速模技术。这是较早用于塑料高光无痕成型的一种技术，其工艺原理是：在合模前及合模过程中对模具进行蒸汽加温，合模完成后，温度达到设定条件即可进行注射；注射过程中模具继续维持高温，这样可使胶料在充模过程中保持很好的流动性；注射完成，在保压冷却时，用低温水对模具进行降温处理，以便缩短制品的冷却时间，提高生产效率。

3. 电加热的快速模技术。可实现超高温模具的温度控制，是快速加热冷却成型技术的最新进展。该技术利用电加热在短时间内把模具的表面温度加热到很高，然后在几十秒之内又能把温度下降到 50℃以下，从而帮助高光注塑成型顺利完成。

4. 其他模温控制技术。包括高频电磁感应加热系统、红外辐射加热系统以及采用韩国 TITAN 技术的高压水温机在内的其他模温控制系统，也在高光注塑

成型中得到了应用。它们虽然加热方式不同，但控制原理大同小异，并各有优缺点。

高光无痕注塑技术这项先进的生产工艺，大大改善了制品的表面质量和表面强度，无需后续的环境污染严重的喷涂或喷漆等工艺，既保护了环境和操作人员的人身健康，又因减少工艺流程，省去了昂贵的二次加工费用，在大幅度降低生产成本的同时，节省能源与材料。在家电、汽车通讯、日用品、医疗等行业具有广泛的应用前景，例如：平板电视机、电脑液晶显示器、空调、汽车内饰件等。

随着人们对环保，安全意识的逐渐增高，无痕高光注塑技术必将成为未来注塑技术领域的又一颗灿烂新星。

五、案例教学设计

教学设计

教学节段	注射模具浇注系统设计	教学时长	45 分钟
课程名称	塑料成型工艺及模具设计	课程性质	专业必修课
所属章节	第四章：注射模具设计 第三节：注射模具浇注系统设计		
授课对象	材料成型及控制工程专业		
一、教学目标			
知识目标	1.理解浇注系统凝料回收后的性能变化； 2.掌握新技术热流道浇注系统成型的原理、热流道浇注系统的构成； 3.理解热流道浇注系统的优点及局限性； 4.理解新技术高光无痕注塑的原理；		
能力目标	1.具有设计塑料制品热流道浇注系统的能力； 2.具有发现现在塑料成型方法、模具设计、塑料制品存在的问题，提出解决方案的能力。		
素质育人	通过塑料成型过程中产生的浇注系统废料尤其一模多腔庞大的浇		

	<p>注系统废料，增强学生节约能源意识，同时引出解决浇注系统废料的新技术——热流道成型，激发学生探索新技术的动力；并且热流道浇注系统顺序进浇还可以避免大型复杂塑件熔接痕的产生，从而引出可以避免熔接痕的另一种新技术——高光无痕成型，具有免喷涂、节能、环保的优势，通过指出新技术关键点及现在 2 个课题组的研究进展，带领学生进一步探索，培养学生的科学探索精神，使学生成为适应新技术的德才兼备的创新型新工科人才。</p>
<h2>二、重点·难点</h2>	
<p>重点：热流道浇注系统的原理、构成； 难点：热流道浇注系统的构成；高光无痕注塑新技术原理。</p>	
<h2>三、教学理念与方法策略</h2>	
<p>为适应现代模具行业的用人需求，课题组结合新工科的建设理念，提出“三链融合”课程实施方案，构建“知识链”、“工程项目链”和“思政链”融合的课程体系。在整门课程中贯穿了基于“任务驱动”的“小组合作探究式”教学模式，在授课之初即分好了小组，分配了设计任务，要求每组学生根据教师给定的塑件，完成整套模具的设计任务。因此，当讲到浇注系统设计时，学生会思考自己塑料制品的浇注系统该如何设计，有着清晰的任务和目标，主动参与到学习中，调动了学习的积极性，学生由“要我学习”向“我要学习”转变。</p> <p>课前：运用雨课堂通知并布置项目任务，发布一些便于自学的 PPT 和视频，对即将开展的教学内容进行启发引导，根据雨课堂所统计的每位学生的学习时间及测试题的情况，第一时间了解学生对知识点的掌握程度。</p> <p>课中：教师有的放矢讲解知识点，详细设计所蕴含的思政元素，搜集典型素材，采用引导启发式融入课程思政，将价值塑造潜移默化地融入教学。在教学过程中引导学生发现现在塑料成型过程中所存在的问题，思考如何去解决这些问题，从而引出塑料模具行业发展的新知识、新成果、新技术，激发学生探索新技术的动力，通过进一步指出新技术的难点，激发学生学习热情和责任担</p>	

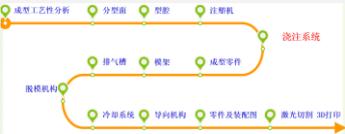
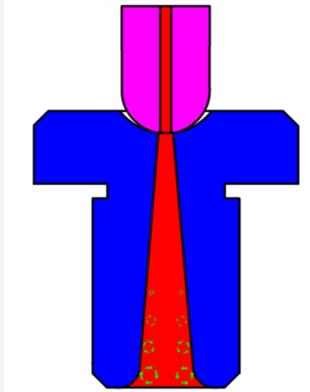
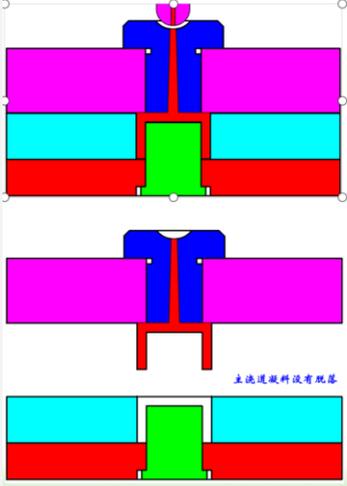
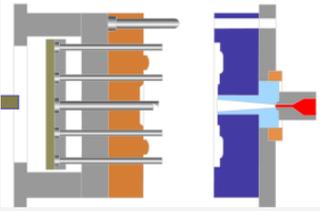
当。培养学生成为适应新技术、新产业发展的德才兼备的创新型新工科人才。

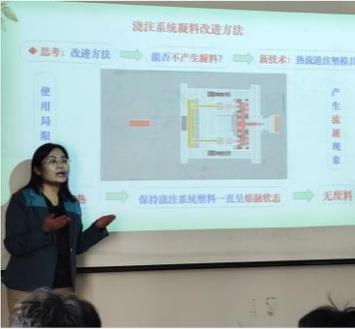
并且引入了智慧教学工具“雨课堂”，通过扫码签到考勤、随机点名回答、弹幕投稿互动、学生不懂反馈、限时推送习题等，实现了师生之间、学生之间的交互，打破了课堂沉默，调动了学生的上课注意力，让“有趣”的课堂充满更多可能。尤其雨课堂的课堂推题功能可以使教师及时掌握全班学生对知识的理解程度，随时调整教学策略和教学节奏。

课后：教师借助雨课堂发布作业，提出拓展应用探讨内容，同时进行跟踪指导，根据实际学情调整下一次课程内容。

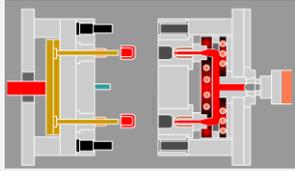
四、教学实施过程

环节	教学活动		设计意图	时间分配
	教师	学生		
课前				
作业反馈预习	通过雨课堂发布作业和预习任务： 推送作业题目检测上节课的知识掌握情况；	领取任务 通过雨课堂做作业 自主学习	通过课前雨课堂的作业反馈，使教师可以及时知道学生哪些知识点还需要强化，以便调整下堂课的教学安排；	20分钟
课中				

<p>引入课堂主题</p> <p>雨课堂作业反馈讲解</p>	<p>开启雨课堂授课</p> <p>1. 以“塑件制品模具设计步骤为主线”所重构的教学内容引出这次课的主要内容：浇注系统的设计；</p>  <p>2. “雨课堂”作业反馈讲解：主流道锥度</p> 	<p>学生手机微信扫码进入雨课堂</p> <p>回顾 思考</p> <p>加深理解了：</p> <p>1. 主流道锥度过大，浇注时会产生涡流；</p> <p>2. 主流道锥度过小，开模时浇注系统凝料容易滞留。</p> 	<p>运用雨课堂扫码签到考勤，并辅助课堂互动；</p> <p>用一根主线串起课程内容，使学生明确所学知识如何去用；</p> <p>通过“雨课堂”作业反馈情况，进一步加深理解主流道锥度的设计。</p>	<p>5分钟</p>
<p>引入浇注系统废料</p>	<p>1. 动画：模具的工作过程</p>  <p>2. 通过动画引导学生发现每次开模都伴随着塑件和浇注系统凝料的脱</p>	<p>1. 观看模具的工作过程动画，思考问题；</p> <p>浇注系统凝料（废料）如何处理？</p> <p>2. 通过课堂主动起立和“雨课堂弹幕”发表自己的观点。</p>	<p>通过动画，引出浇注系统废料的产生，使学生学会思考现在存在的一些模具设计相关的问题如何去解决；</p>	<p>5分钟</p>

<p>料 如 何 处 理</p>	<p>出，从而引出疑问；</p> <p>3. 疑问：浇注系统凝料（废料）如何处理？</p>  <p>4. 进一步引出图片思考： 考：一模多腔的小制品，有时“废料”的重量竟然大于制品的重量！</p> <p>5. 引导学生思考： 浇注系统凝料可以粉碎后再回用，但性能会降低，高分子链会断链；</p>	 <p>3. 学生想到的方案：浇注系统凝料回收利用；</p> <p>4. 学生思考浇注系统凝料回收利用时性能为什么会降低？</p> <p>分子链很长，在第二次受力、加热过程中分子链会发生部分断链现象；</p> 	<p>课程思政融入：通过浇注系统废料的产生，尤其废料有时竟然可能比制品还重，增强学生节约能源的意识。</p> <p>使学生意识到浇注系统凝料回收会使性能降低，需要更好的解决方案，用新技术来解决。</p>	
<p>融 入 生 态 环 保 和 新</p>	<p>1. 引导思考改进方法，能否不产生凝料？</p>  <p>2. 引出没有废料产生的热流道成型（新技术）</p>	<p>1. 探究思考： 热流道注塑模具在每次开模后，流道处于高温状态，可能会产生流涎现象，下一次成型受影响；</p> 	<p>使学生理解没有废料产生的热流道成型的工作原理； 通过热流道浇注系统的构成及针阀</p>	<p>20 分钟</p>

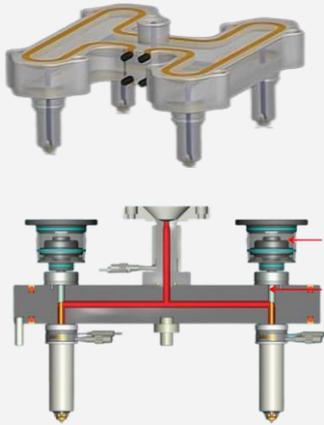
技
术



通过动画展示：对流道进行加热的办法，可以保持浇注系统塑料一直呈熔融状态，没有废料产生；

3. 提出疑问：模具开模时是否会产生：拉丝现象
流涎现象？

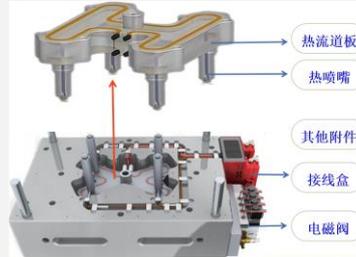
4. 热流道浇注系统的构成



气缸控制的热流道系统

5. 热流道浇注系统优点
多模腔模具的注塑件质量一致

2. 理解热流道浇注系统的构成



3. 理解热流道分流板类型

“ I ” 型 2 点浇口

“ X ” 型 4 点浇口

多点浇口

5. 理解针阀式热嘴结构

思考：阀针在气压驱动下
下开闭运动？



5.1 填充时阀针上移浇口
打开

5.2 填充后阀针下移浇口
关闭

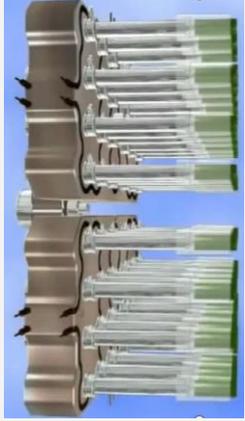
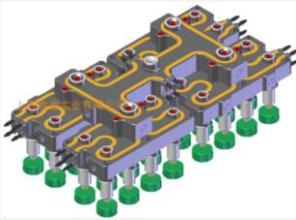
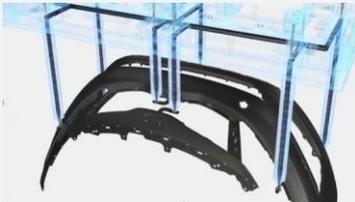
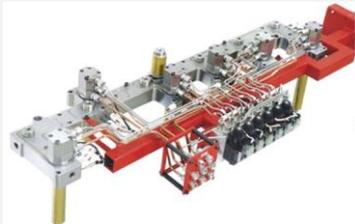
式热嘴结构中的阀针在气压驱动下
下开闭运动，解决了
模具开模时是否会产生
拉丝、流涎现象的疑
问；

同时也理解热流道浇注系统的优点
和使用局限性；

课程思政

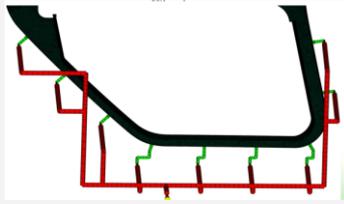
融入：

通过引出无废料产生的新技术热流道浇注系统成型技术，使学生增强节约能源、“环保”意识，激发学生探

	 <p>进胶位置选择自由，可成型大型复杂塑件，气缸时序控制整体热流道系统</p>  <p>6. 热流道浇注系统局限性 温度控制要求严格 热流道系统复杂 操作维修复杂</p>  	<p>解决了刚才的疑问：模具开模时不会产生拉丝、流涎现象；</p> <p>6. 思考：热流道浇注系统特点；</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>1 节约原材料</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>2 生产周期短，效率高</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>3 压力损失小</p> </div>   	<p>索新技术的动力；</p> <p>而通过进一步指出的新技术使用的局限性、难点，激发学生为改进和解决这些问题的学习热情和责任担当。</p>	
<p>1. 引导学生思考除了可以顺序进浇的热流道成型技术，还有没有其他的成型技术也可以避免</p>		<p>1. 学生观察顺序进浇的热流道浇注系统的模拟：发现：各浇口流出的分支料流逐步推进，彼此完全</p>		<p>15 分钟</p>

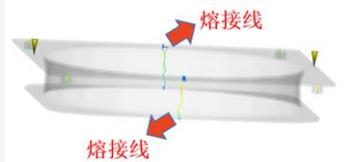
引入免喷涂、节能、环保的新技术

熔接痕产生？



汽车前门饰框采用：
热流道浇注系统 9 点顺序进浇方案

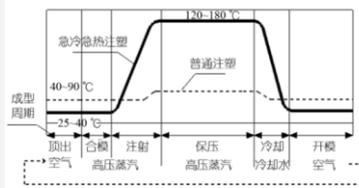
2. 引导学生思考：传统成型中如何避免熔接线缺陷？



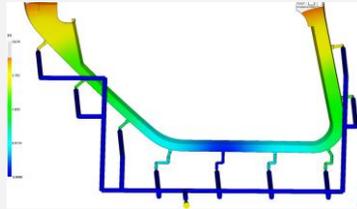
3. 但进一步分析引导学生发现：无论哪种方案，都避免不了熔接线；

4. 引出新技术：高光无痕注塑：免喷涂 节能 环保

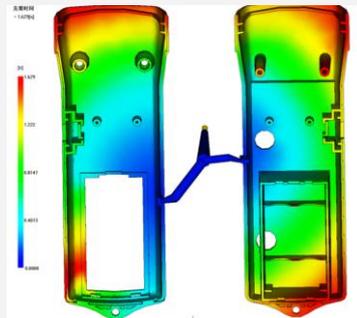
5. 新技术关键点：改进温度控制系统



熔入对方，没有明显的熔接痕；

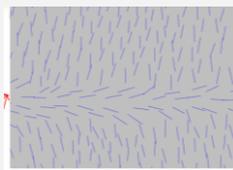
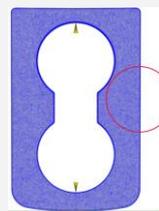


2. 学生观察 Moldflow 软件的填充模拟动画



发现：传统成型中无论哪种方案，都避免不了熔接线；

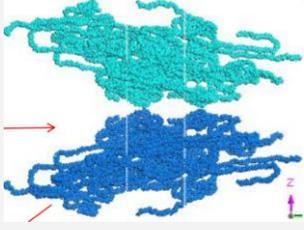
3. 学生了解了高光无痕注塑新技术的原理及存在的问题；



课程思政

融入：通过仿真发现传统塑料成型方法所存在的问题，引出改进的新技术，具有免喷涂、节能、环保的优势，激发学生的创新精神；

通过指出新技术关键点及现在 2 个课题组的研究进展，带领学生进一步探索，培养学生成为适应新技术的德才兼备的创新型新工科人才。

	 <p>6. 引出主讲教师所运用的 Material studio 软件进行分子动力学模拟以及 2 个课题组的研究进展： 山东大学 赵国群老师课题组 南昌大学 刘东雷老师课题组</p> <p>7. 用雨课堂推出检测题，及时了解学生掌握情况</p>	 <p>参考文献：基于 RHCM 与 CIM 熔接痕形成的分子形态演化研究[J]. 材料导报</p> <p>4. 雨课堂推题，学生的答对率较高；</p> 		
课后知识巩固与拓展				
课后	<p>1. 发布热流道浇注系统、高光无痕成型新技术拓展资料；</p> <p>2. 发布 Moldflow 软件学习视频；</p> <p>3. 完善各小组产品的浇注系统设计。</p>	<p>1. 学生进一步拓展学习新技术、Moldflow 软件；</p> <p>2. 各小组完善自己塑料制品的浇注系统设计。</p>	<p>通过作业拓展，巩固浇注系统的设计；熟练应用 Moldflow 软件分析填充过程中出现的问题。</p> <p>学生进一步加深对新技术的理解。</p>	1 小时

六、教学反思

1. 在课堂教学中通过动画引入每个知识点，吸引了学生的注意力，使学生

对于难理解的结构、原理有了清晰的认识，有效激发了学生的学习兴趣。

2.通过浇注系统凝料以及有些浇注系统的凝料重量竟然大于塑料制品，体会到浇注系统要设计合理，否则会有更多废料，同时引出解决浇注系统废料的新技术，激发学生探索新技术的动力，培养学生的科学探索精神。

3.通过顺序进浇热流道成型技术可以避免熔接痕，而传统成型中不能避免熔接线缺陷，引出改进的新技术，具有免喷涂、节能、环保的优势，激发学生的创新精神；通过指出新技术关键点及现在 2 个课题组的研究进展，带领学生进一步探索，培养学生成为适应新技术的德才兼备的创新型新工科人才。

反观这节课也有不足的地方：有少部分同学课堂交流不积极，无法及时了解他们的学习效果，课下及时了解这部分同学的想法，以进一步调动学生的积极性。另一方面，普通话发音不是特别标准，以后要有意识地练习普通话，进一步提高语言的感染力。