

超薄件注塑模（透明水杯）案例解析

老查做模一千零一招



一、个人简介

姓名：查鸿达

职务：江苏省模具协会专家、开思网模具技术顾问

经历：40年的模具设计、生厂管理经验

专长：专业解决模具成型难题



亲自设计或指导生产的模具总数超过10000套，在模具技术上获得20多项国家专利。先后担任过广州林仕豪、华强模具、长城集团、志和模具等大型模具企业的总工程师或部门经理。2009年编写的《老查做模具一千零一招》模具故事第一卷已出版。第二卷模具案例于2013年4月出版。

二、产品信息

产品高度：**90mm**

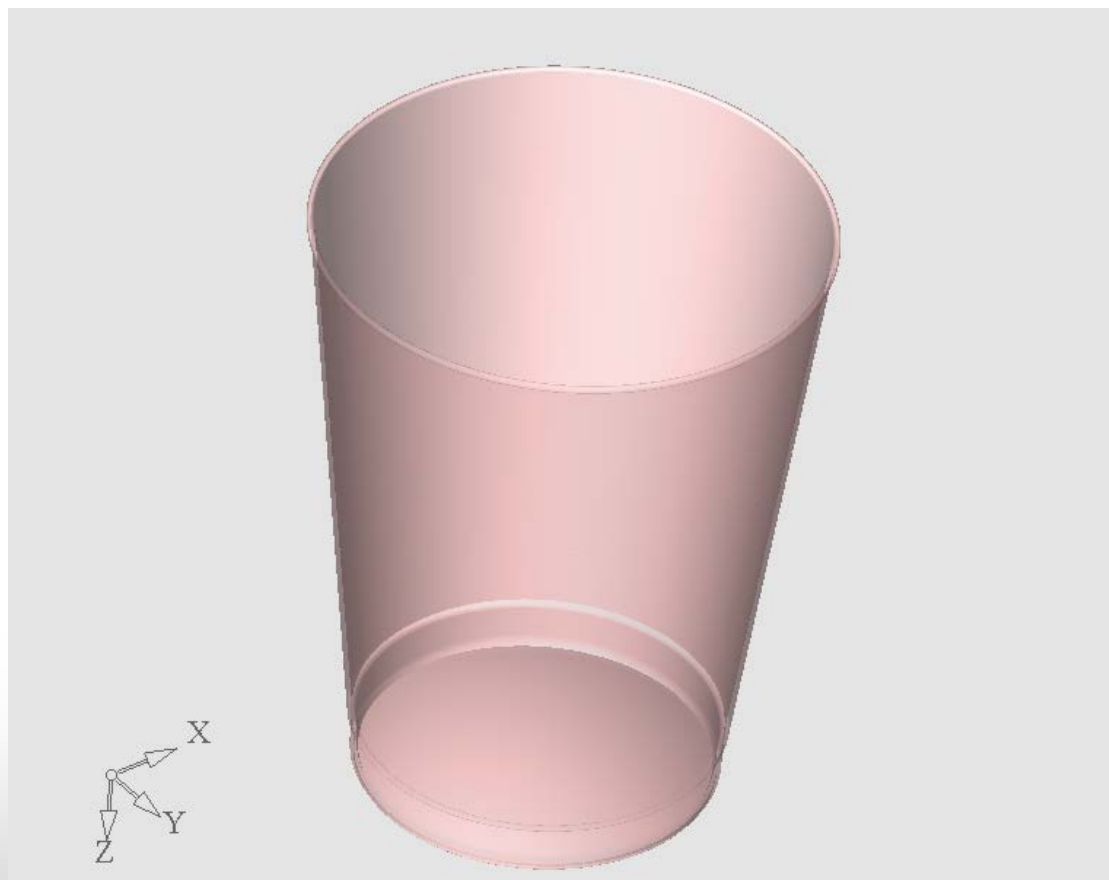
杯口直径：**72mm**

产品壁厚：**0.6mm**

壁厚误差：**0.02MM**

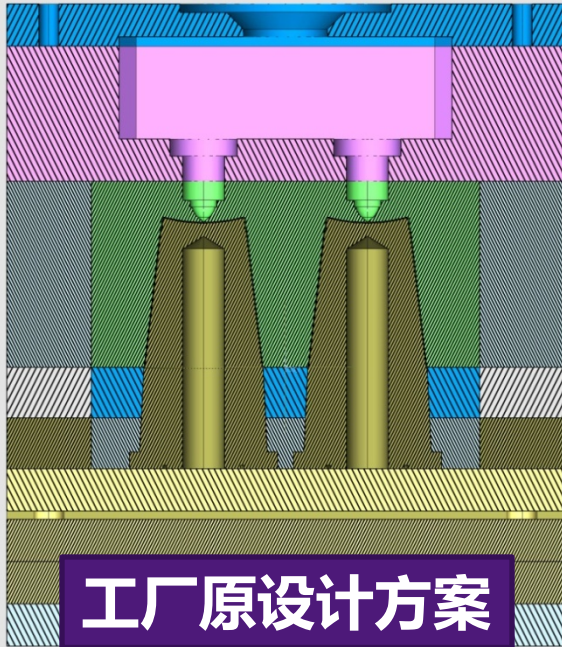
成型材料：**PS**

注塑周期：**12秒**



三、案例分析

问题：由于制品壁厚只有0.6mm，工厂花了4年的时间反复修正，仍无法批量生产，模具结构存在不合理，订量大，无法及时交货



工厂原设计方案

经过分析，这个产品要做成功，关键是二个問題，一是模具结构要合理，第二是注塑工艺要合理。
左图是该公司原来的模具结构

三、案例分析

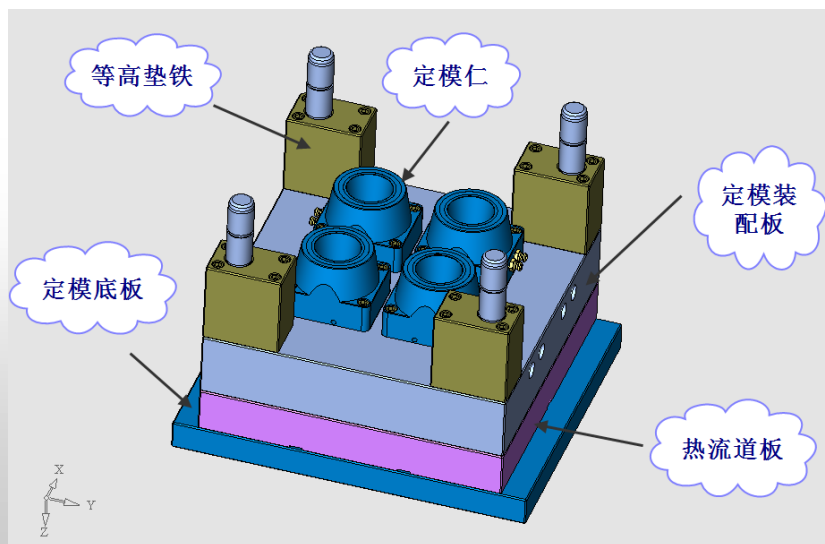
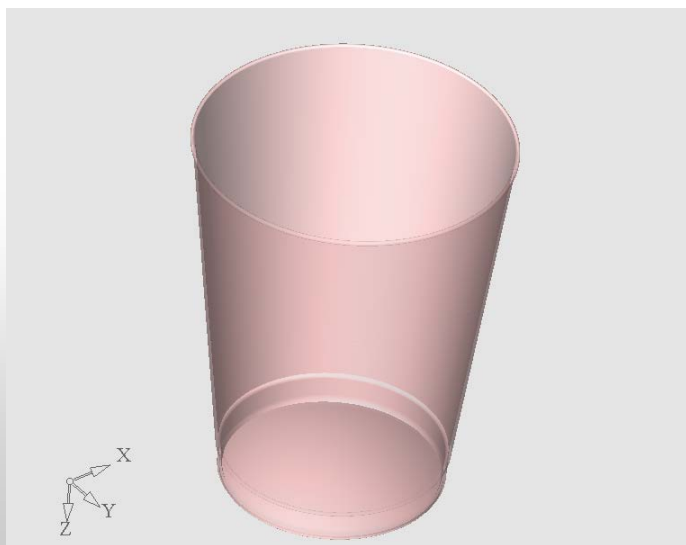
这是一种传统的结构，从专业的角度讲，是不合适的，具体的讲是动模芯的稳定性不好。假如不从根本上解决动模芯的稳定性，是解决不了问题的。因为产品的壁厚仅为0.6mm，注塑时动模芯会被冲偏，向一边跑，产品难以成型。

我对模具进行了重新设计，并且参与了研发的全过程，发现了很多很容易被忽视的细节问题，真是受益匪浅，将它作为一个研究课题实不为过。今天借这个平台，来和大家分享。

三、案例分析

一般初学模具的人，往往会以为这种杯子的模具是非常简单的模具，其实不然，这个透明PS杯子订单量巨大，用来注塑杯子的模具，有很多细节问题要处理。我有幸参与了这些项目，通过几年的改进，取得了一些经验，在这里与大家分享。

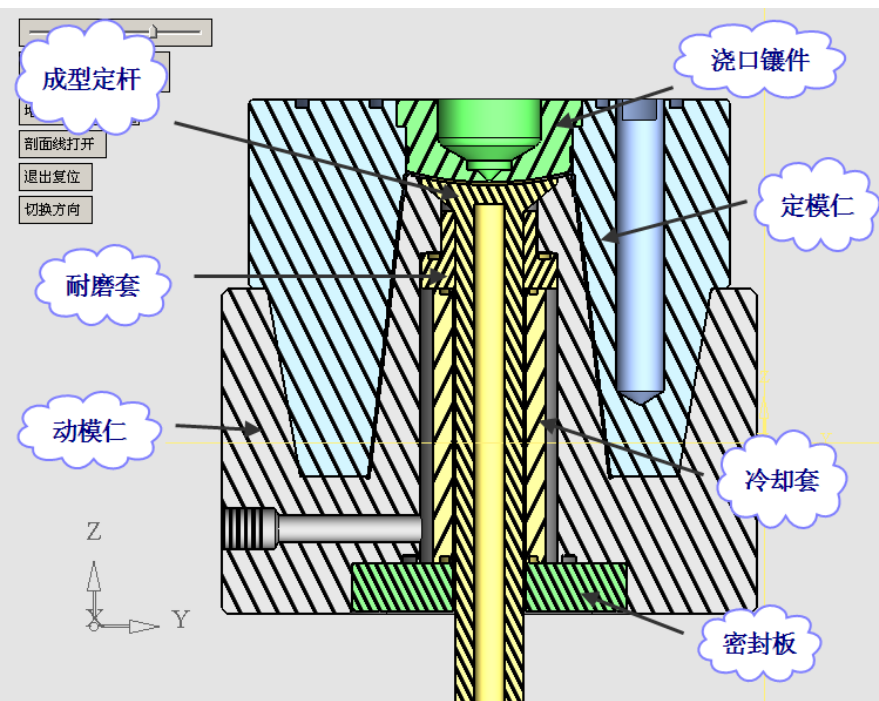
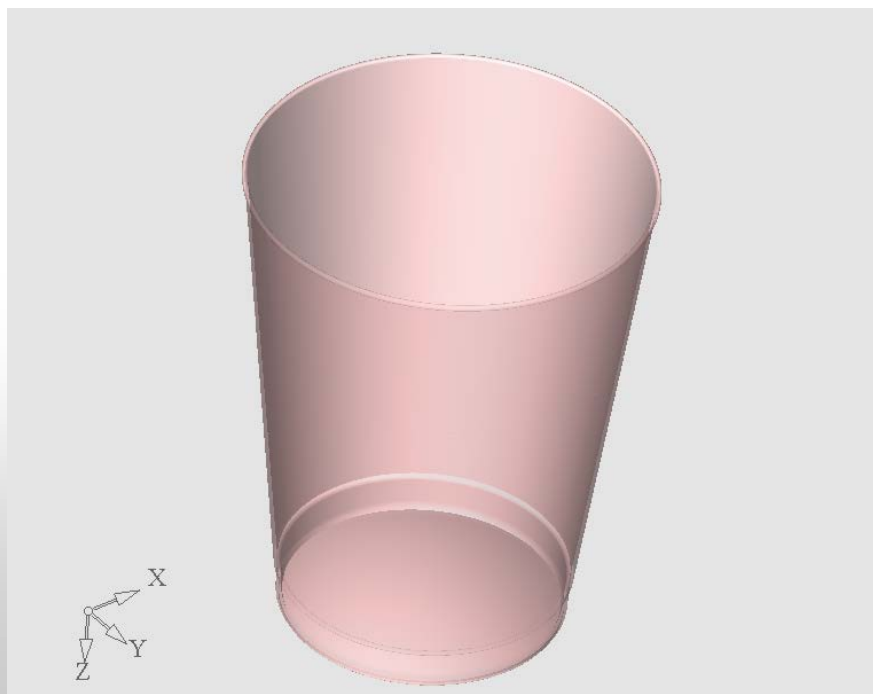
- 1 产品的壁厚为**0.6mm**。
- 2 要求配合机械手进行全自动生产。注塑周期为**12秒**（含机械手动作）。
- 3 杯口和杯底部不能有毛边。产品透明，不能够有拖花的现象。
- 4 壁厚的不均匀度小于**0.02mm**。



四、设计方案

◆分模

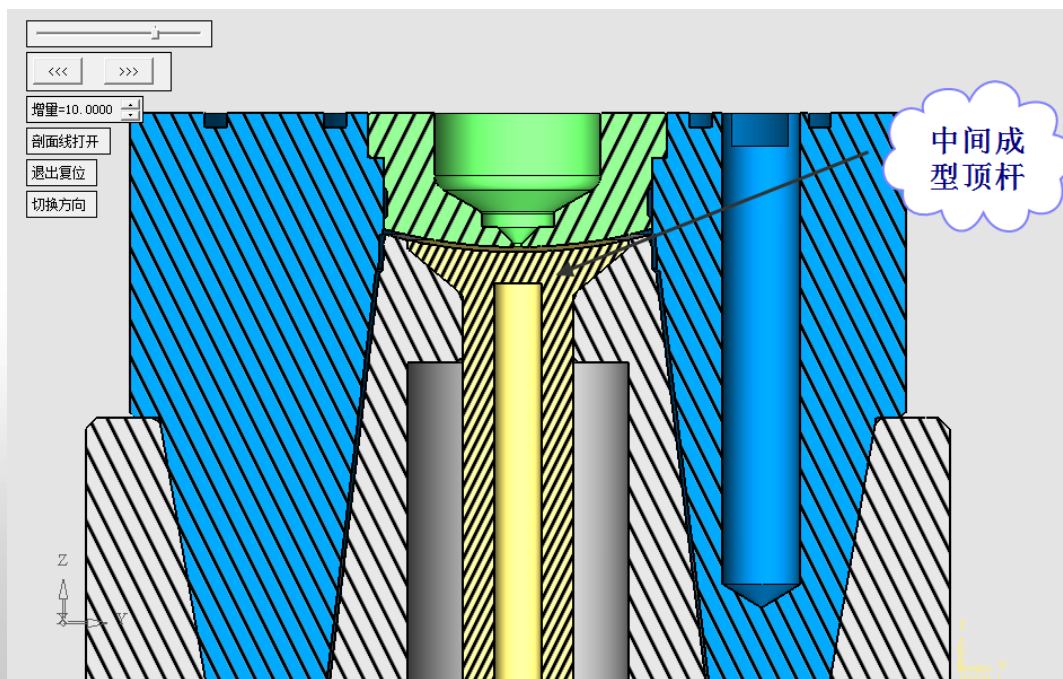
分模确实是非常简单的，就是简单的上下模，通过以往在使用的模具，总结出一个经验，在模具结构方面，模芯绝对不可以做镶件式的，否则动、定模的同心度很不稳定。不可以采用“刮板式”脱模，否则杯口容易出毛边，而且都要做成独立型腔，独立精定位。



四、设计方案

◆脱模设计

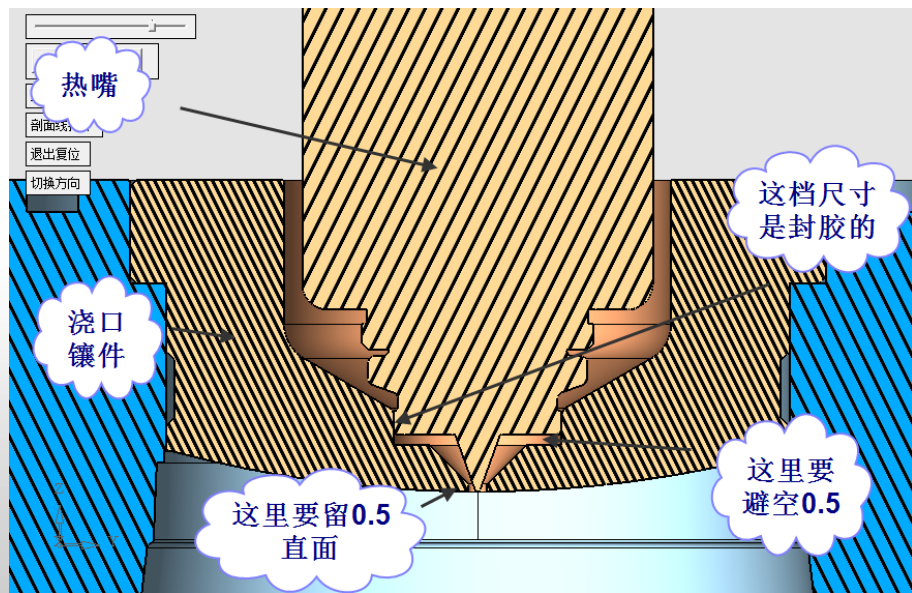
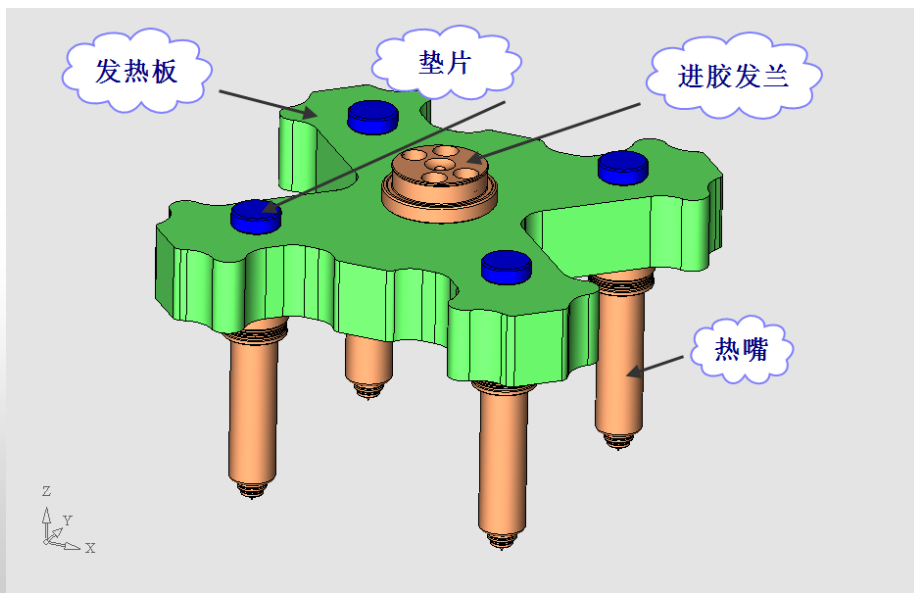
由于产品的杯口不允许有任何的毛边，所以产品的脱模形式很关键，一般有三种形式：刮板脱模，吹气脱模、中间顶出。以前曾经试过刮板脱模和吹气脱模二种方式，经过长期使用，效果不是很好，刮板脱模虽然简单，但是模具使用一段时间后杯口部分会出现毛边。吹气脱模也是可行的，但是在与机械手的配合方面，会由于气压的变化而产生节奏上的差异，使得机械手经常报警，所以我采取了中间顶出的方式（成型顶杆顶底）。



四、设计方案

◆定模热流道的设计

热流道元件是由专业的热流道供应商提供的，在这里我不描述热流道元件的内部结构，我关心的是热流道元件的外部尺寸，特别是装配尺寸。我们在设计模具时，必须要考虑到热流道元件与模具的合理配合，和关键部位的尺寸配合，因为这些尺寸是由模具厂负责加工的。这套杯子模具的热流道是最常见的做法，在这里与大家分享

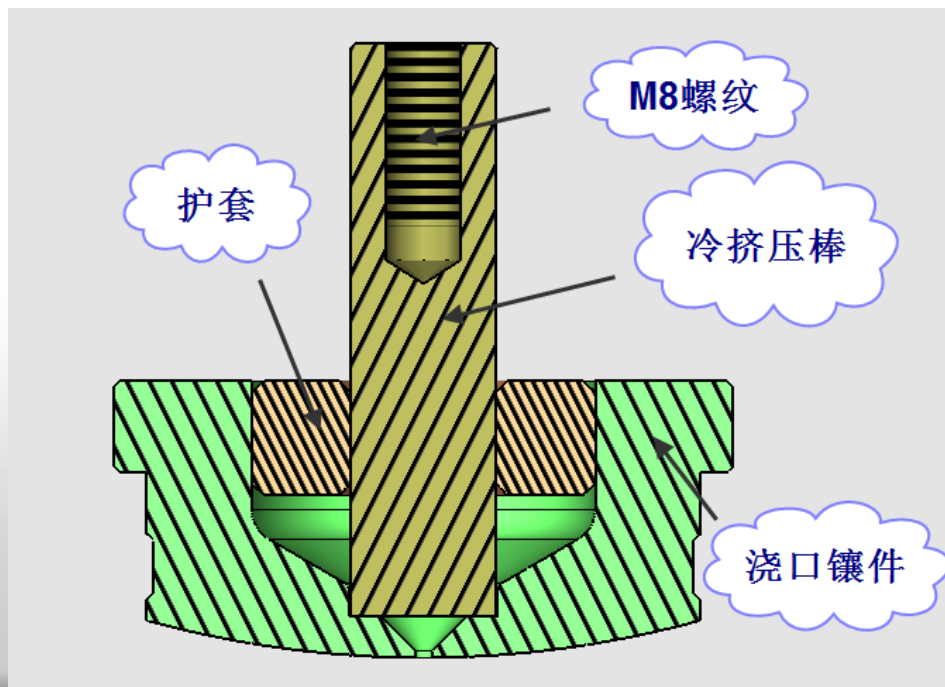


四、设计方案

◆定模热流道的设计

我要重点的指出，热嘴密封胶的部位（这套模是直径13mm），热嘴与浇口镶件的配合档，间隙不可以大于单面0.01，否则熔融的塑料会溢出来，会严重损坏导线和热流道元件。这一档尺寸也不可以太紧，太紧会使得装配困难，甚至在拆的时候将热嘴拆坏。所以，在加工这档尺寸时要特别注意尺寸公差，我喜欢用冷挤压的方法加工这档尺寸。

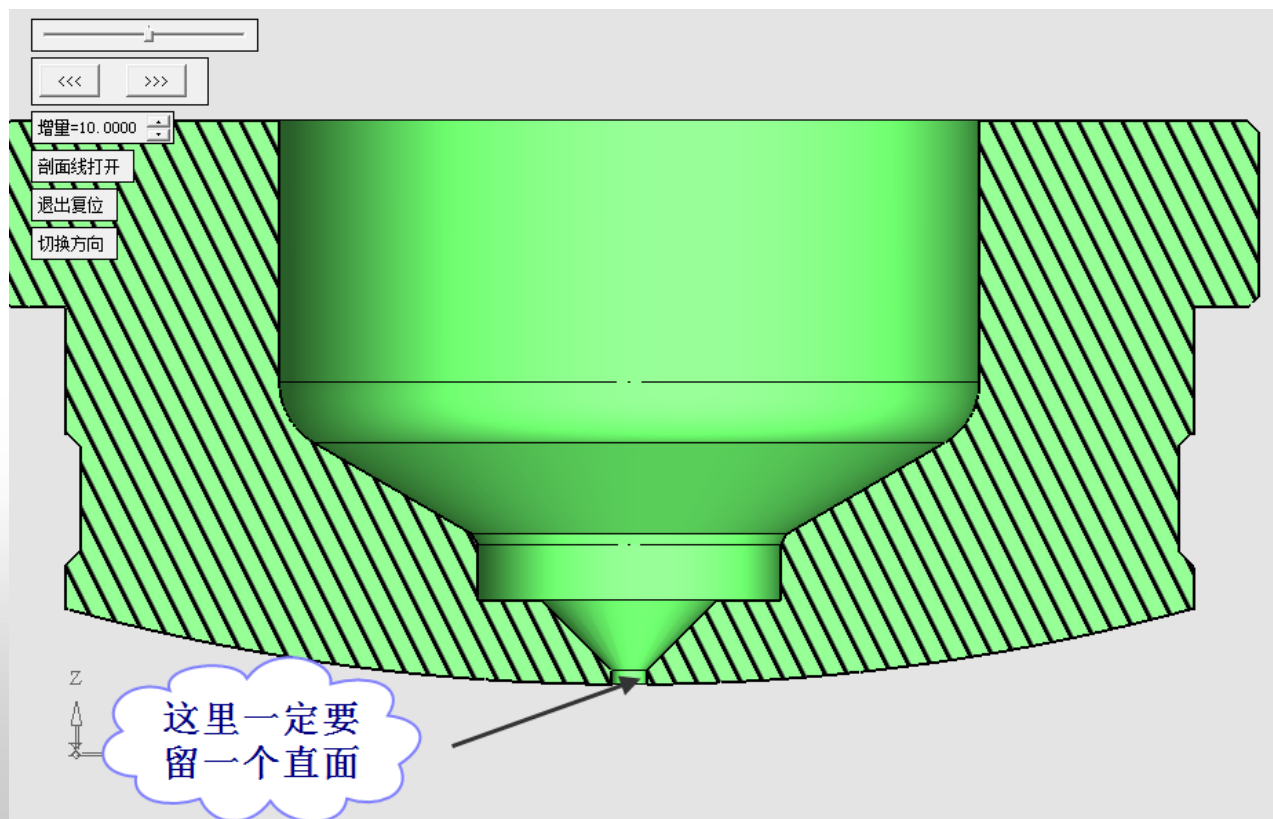
操作时加一个护套，可以使冷挤压棒不歪斜，护套与冷挤压棒和进口镶件是松配的，操作完毕后冷挤压棒尾端有螺纹，可以将冷挤压棒拉出来。没有冷挤压机时，也可以用铁锤轻轻地打下去。



四、设计方案

◆定模热流道的设计

另外有个重要的问题，浇口镶件的出口一定要留一个直面，否则浇口镶件的寿命会很短，在产品上的进胶点会越来越大，影响产品的外观。

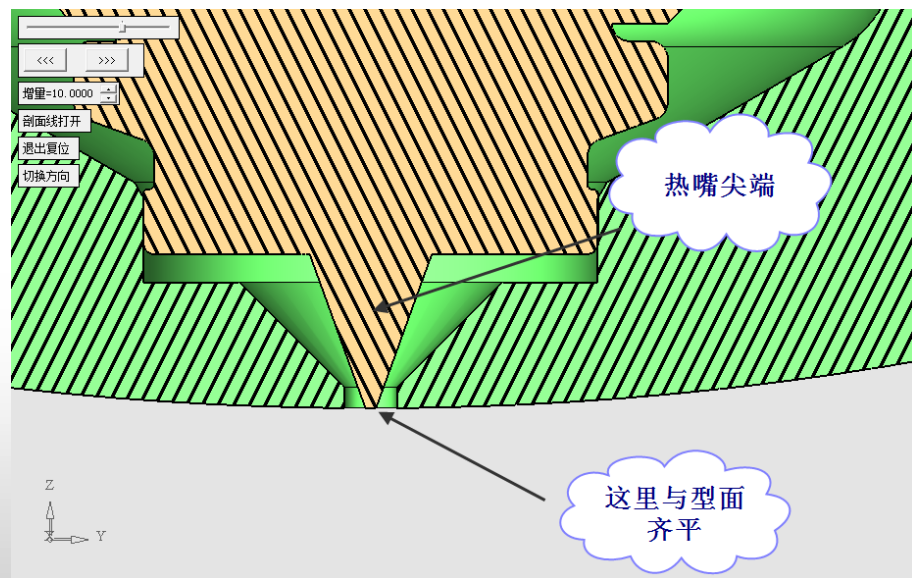
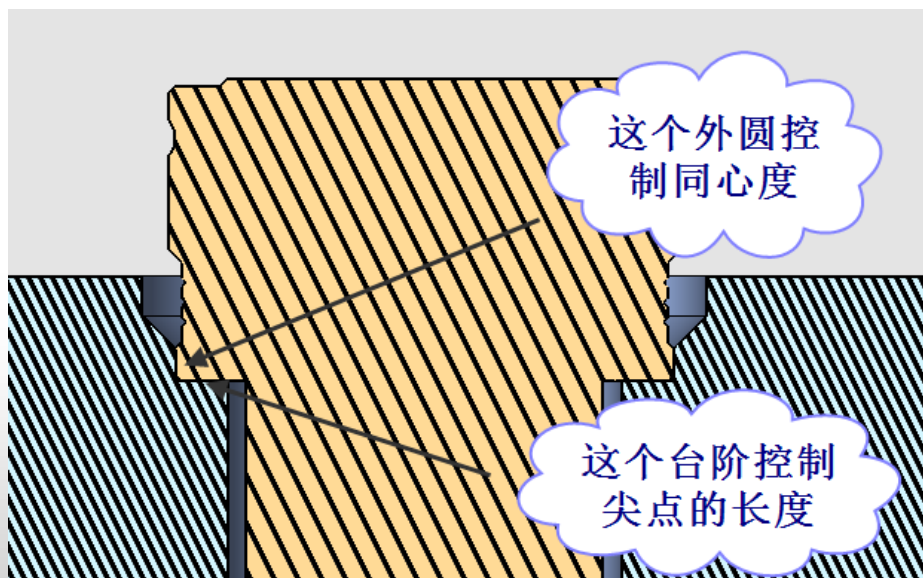


四、设计方案

◆定模热流道的设计

热嘴大端与热流道装配板的配合

热流道的大端有一个直径38的台阶，它控制热嘴的同心度和热嘴尖端与浇口镶件齐平

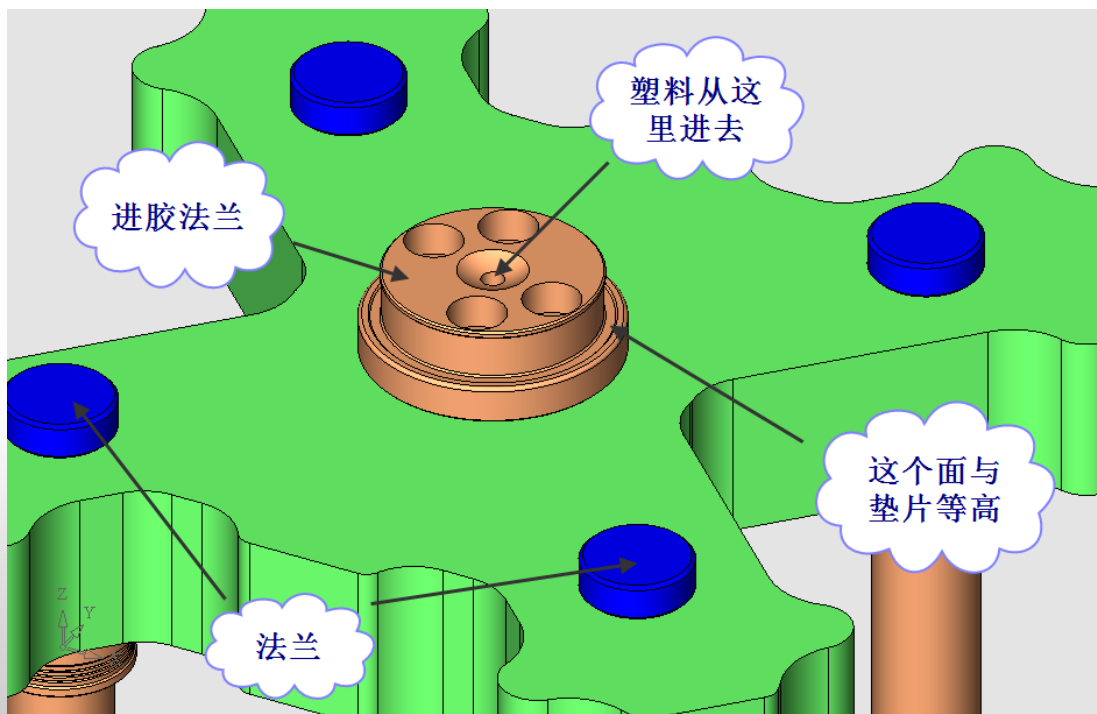


四、设计方案

◆定模热流道的设计

垫片和进胶法兰

法兰的支撑面与垫片是等高的，在模具的流道板的厚度不精准时，可以调整法兰的支撑面和垫片的厚度。我一般的习惯是将模具的流道板做准，因为进胶法兰与垫片是标准件，尺寸是整数，很精准的，假如做模具的时候贪图方便，调整了进胶法兰和垫片的厚度，以后模具维修时，就比较麻烦，特别是当模具档案遗失和人员更换后，容易搞错，因为这个尺寸不对，就会漏胶，产生很大的麻烦。

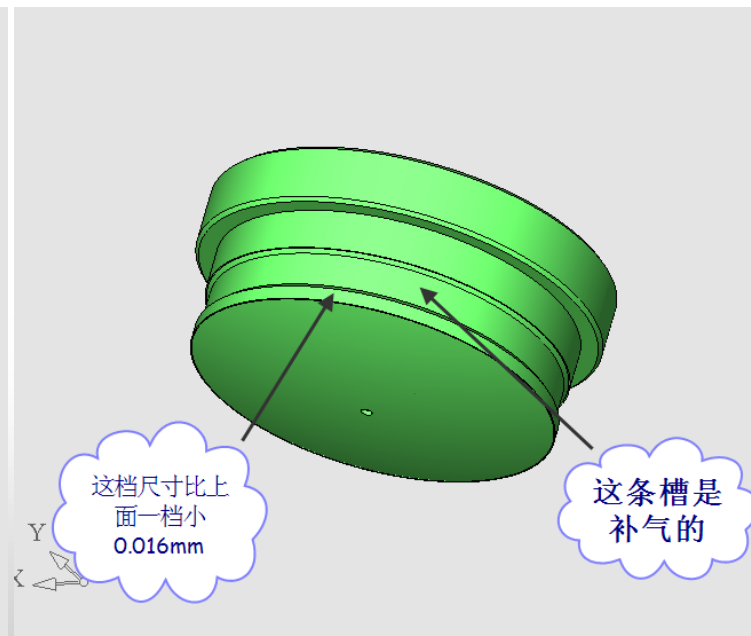
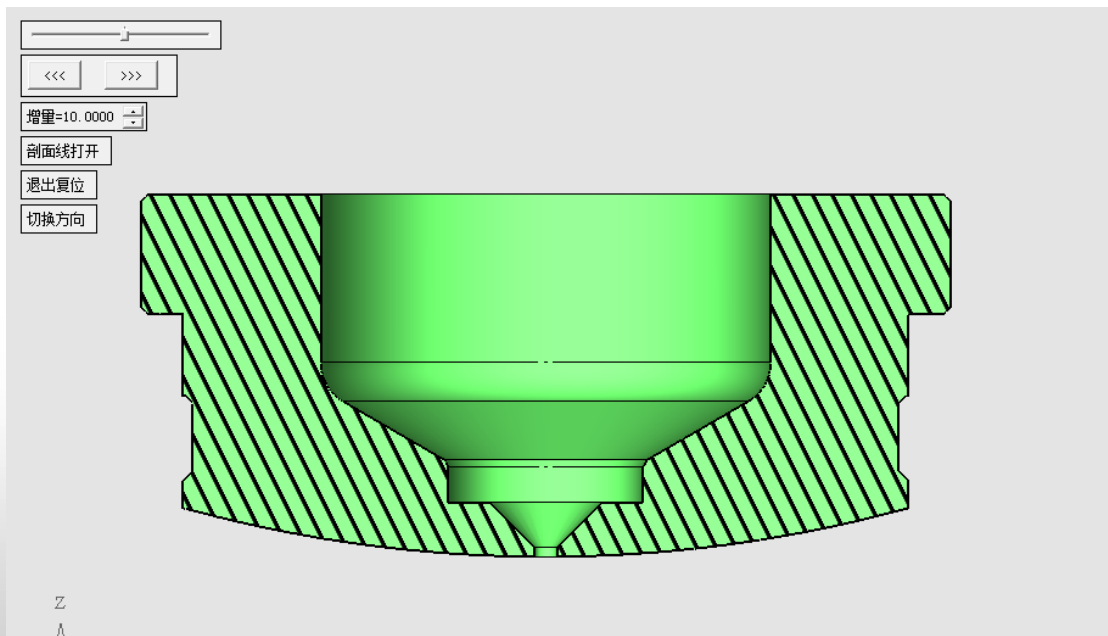


四、设计方案

◆定模热流道的设计

浇口镶件的设计

浇口镶件是一个较难设计和加工的零件，钢材是采用S136H，硬度为HRC38。



四、设计方案

◆定模腔补气设计

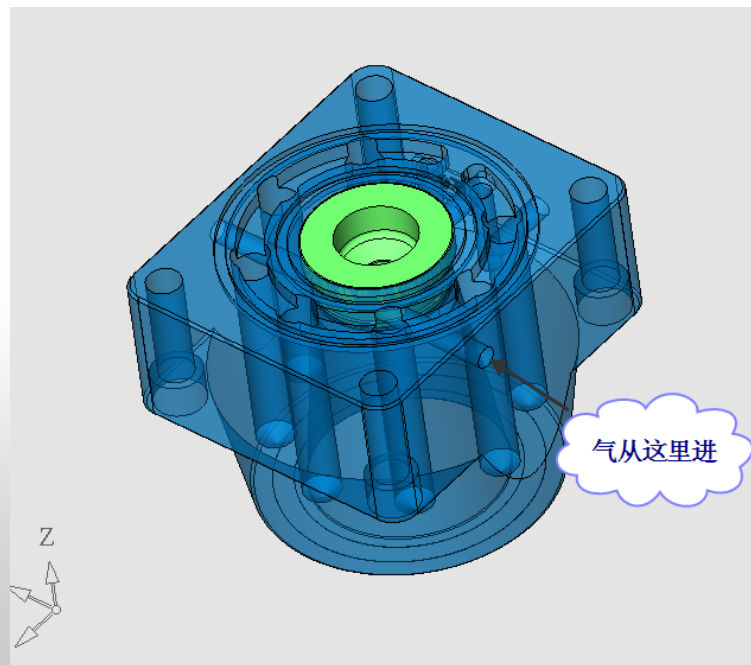
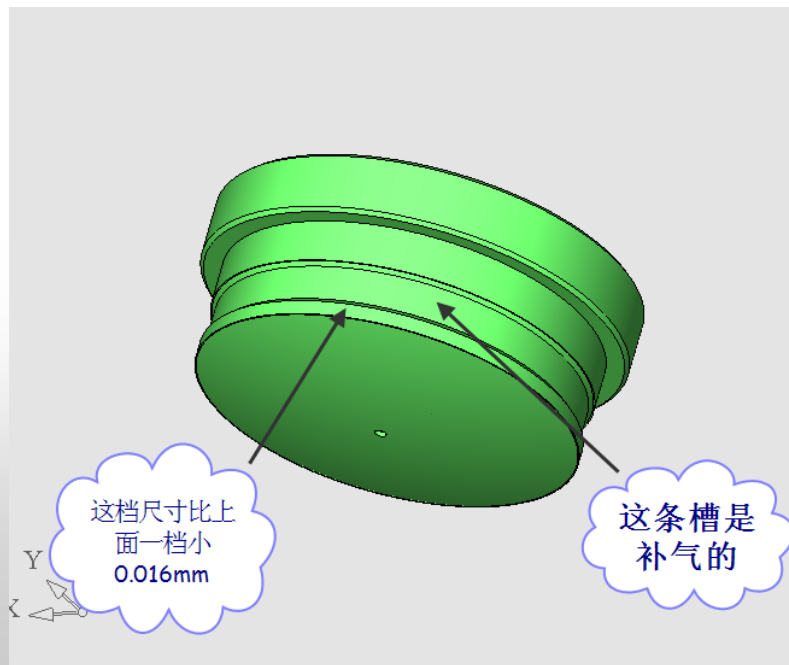
由于注塑机开模时，定模腔有真空（负压）现象，产品有时会吸附在定模，引起机械手报警。比较难处理，所以，定模腔必须设计补气机构，浇口镶件上的这条槽是补气的通道，它通过定模仁上的孔，直接通到模具外。

补气的通道即浇口镶件和定模仁装配后产生的间隙必须小于塑料的溢边值。先讲一下什么叫溢边值，通俗地讲，当模具的间隙为多大的时候，熔融的塑料可以“钻”过去？这个间隙的值就是溢边值。当然，这个溢边值的大小受很多因素的影响，譬如熔融的塑料的实际温度、注塑机射胶的压力和速度等。

四、设计方案

◆定模腔补气设计

考虑到PS的溢边值在0.012左右，我设计时将补气的间隙定为0.008（单面），封胶的圆的直径比上面一档的圆（固定档）的直径小0.016mm。当注塑机将熔融的塑料射入模腔时，模腔里的空气除了通过主分型面排出外（后面有详细介绍），部分空气也会从浇口镶件与定模仁的间隙中排出。注塑机将模具打开时，空气会从这个间隙补充进来，避免产品由于负压的原因留在定模。

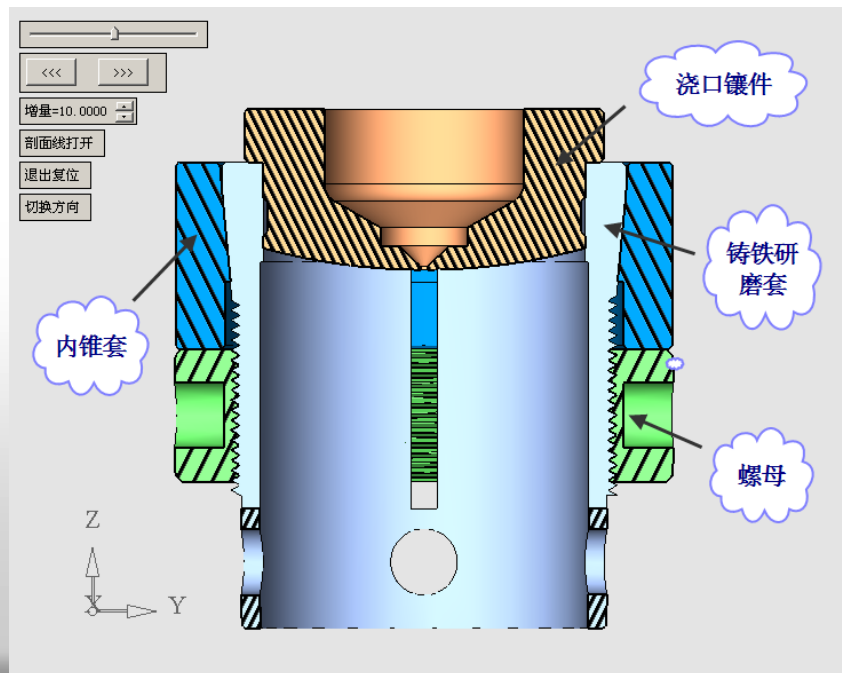
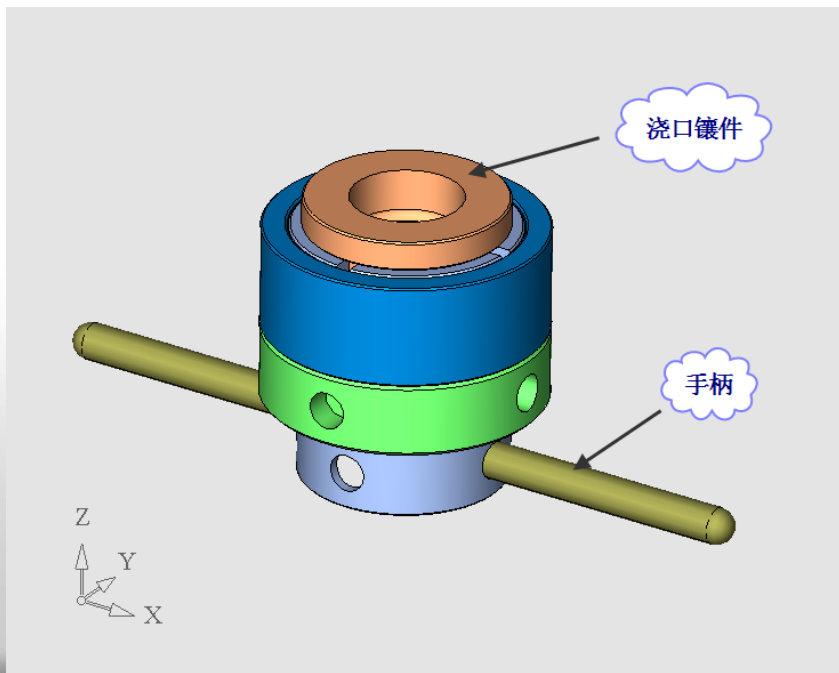


四、设计方案

◆定模腔补气设计

浇口镶件补气外圆的精密加工

浇口镶件补气档的直径为 $\phi 48.374$ ，固定档的直径为 $\phi 48.390$ 。通常这二档尺寸可以在外圆磨床上加工，但是考虑到外圆磨床加工时必须要有砂轮越程槽，按机械行业的标准是宽度4mm，但是浇口镶件的固定档的长度尺寸为5.4mm，仅仅留下1.4mm，这样就不合理。我现在介绍一种研磨的方法给大家，可以不用外圆磨床加工，也不需要砂轮越程槽。这个研磨工具很有价值。

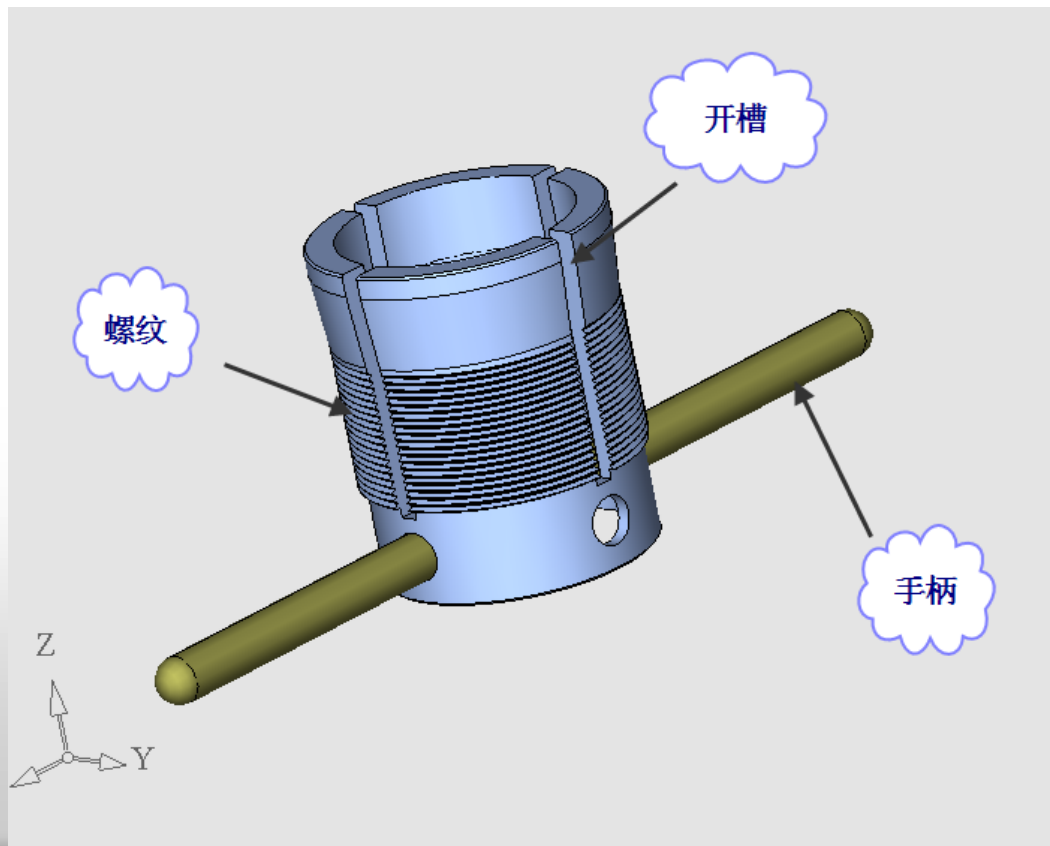


四、设计方案

◆定模腔补气设计

浇口镶件补气外圆的精密加工

图中的铸铁研磨套要开4条或者6条槽



四、设计方案

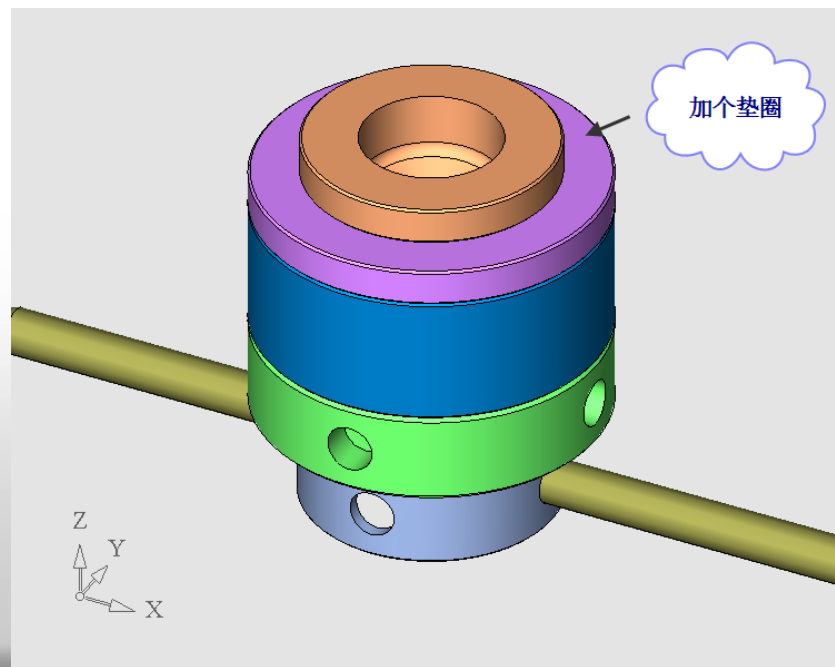
◆定模腔补气设计

浇口镶件补气外园的精密加工

先期加工时将浇口镶件上要研磨的尺寸留单面0.02mm。研磨时先在铸铁研磨套的内面均匀地抹上研磨膏（从1000号开始）。然后套上图9-17中的内锥套，然后旋上螺母，但是不要夹得太紧，以手柄勉强可以转动为宜，用3爪卡盘夹住浇口镶件，双手轻轻扳动手柄，感到很松的时候，微微旋紧螺母，再继续旋转铸铁研磨套。

经过2次旋紧螺母后，松开螺母，取出浇口镶件，用煤油洗干净浇口镶件并擦干，测量浇口镶件的固定档的尺寸 $\phi 48.390$ 。假如未到数，则继续研磨，直到尺寸理想为止。

然后将浇口镶件取出，加个垫圈，再将浇口镶件放入。

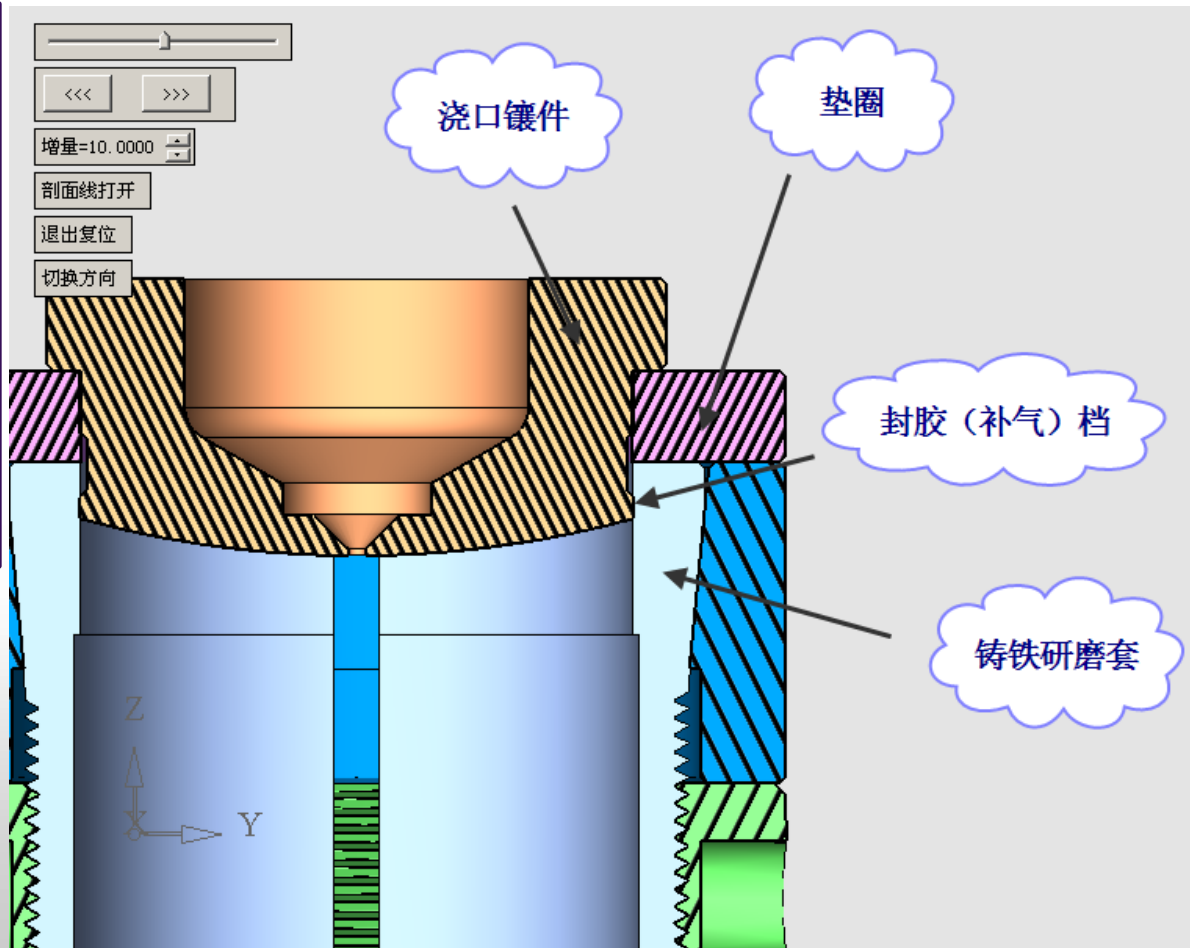


四、设计方案

◆定模腔补气设计

浇口镶件补气外园的精密加工

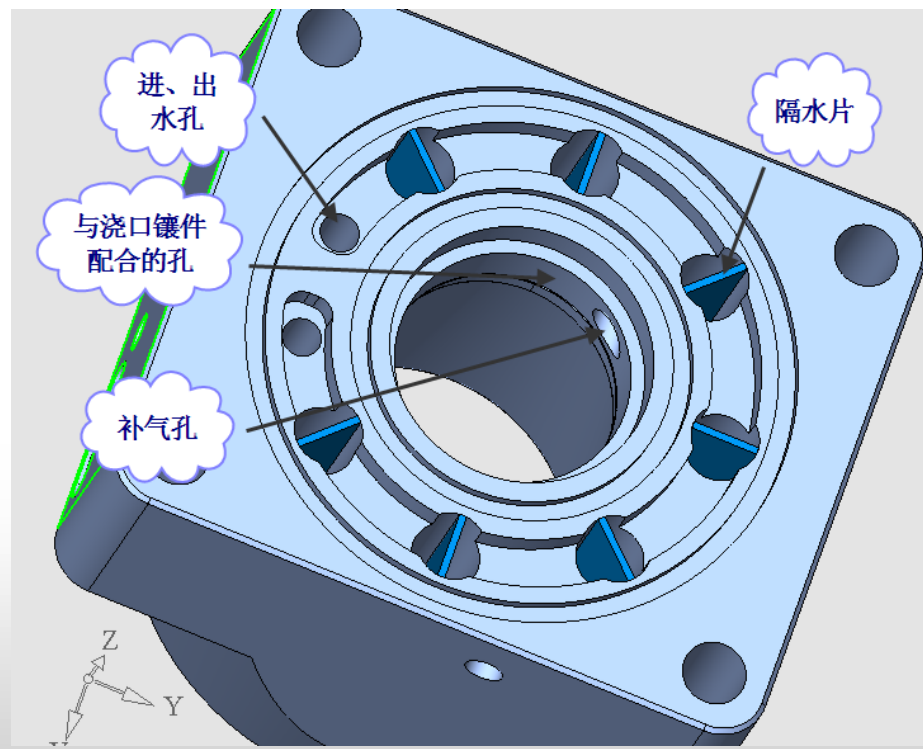
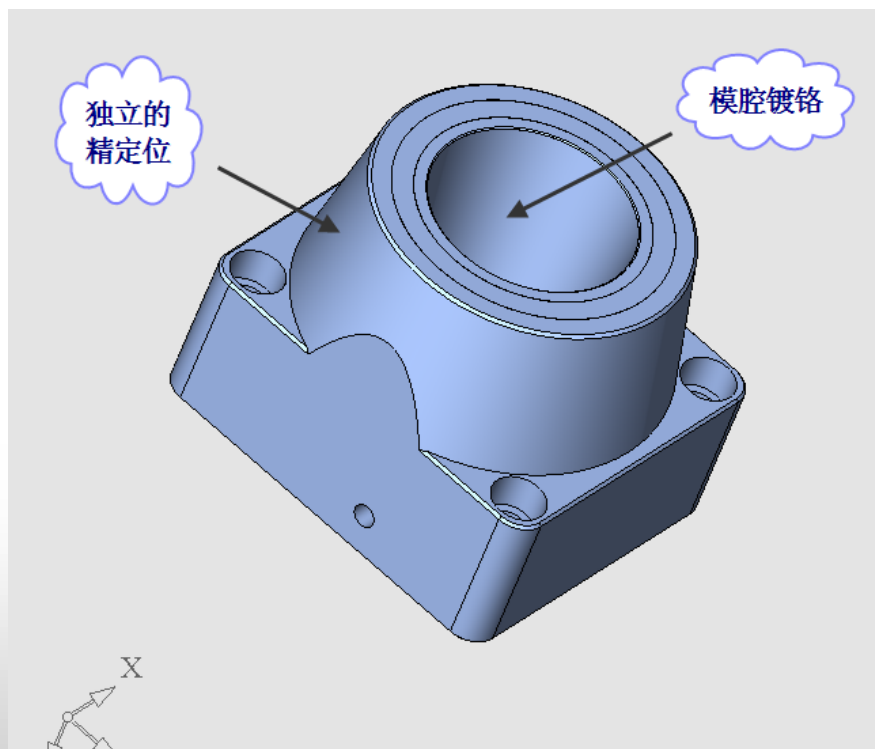
这时铸铁研磨套只夹到浇口镶件上的补气档，即密封胶的那一档。右图按上述的方法，将密封胶补气档的尺寸研磨到 $\phi 48.374$ 。



四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的材料也是用S136H，硬度为HRC42。

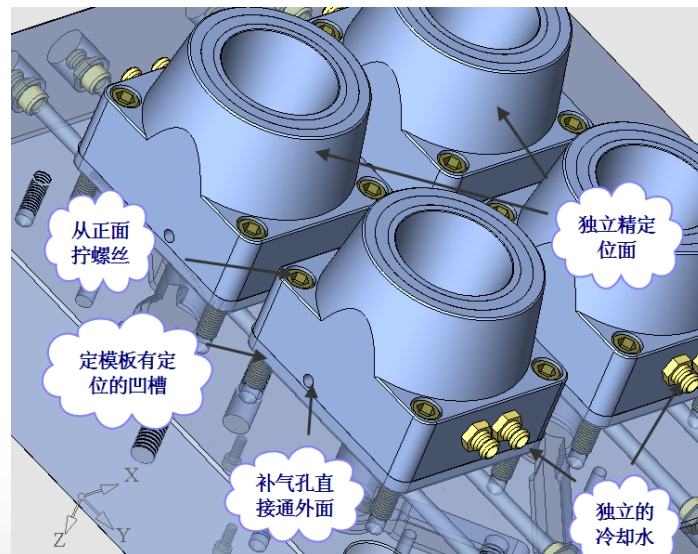
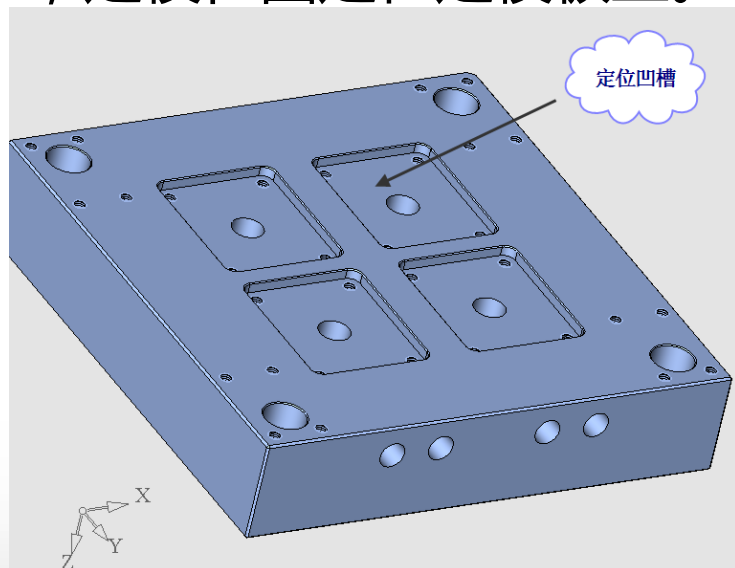


四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的定位和固定

定模板上有4处定位的凹槽，这4处方形凹槽的尺寸要求加工得非常精准，定模仁固定在定模板上。



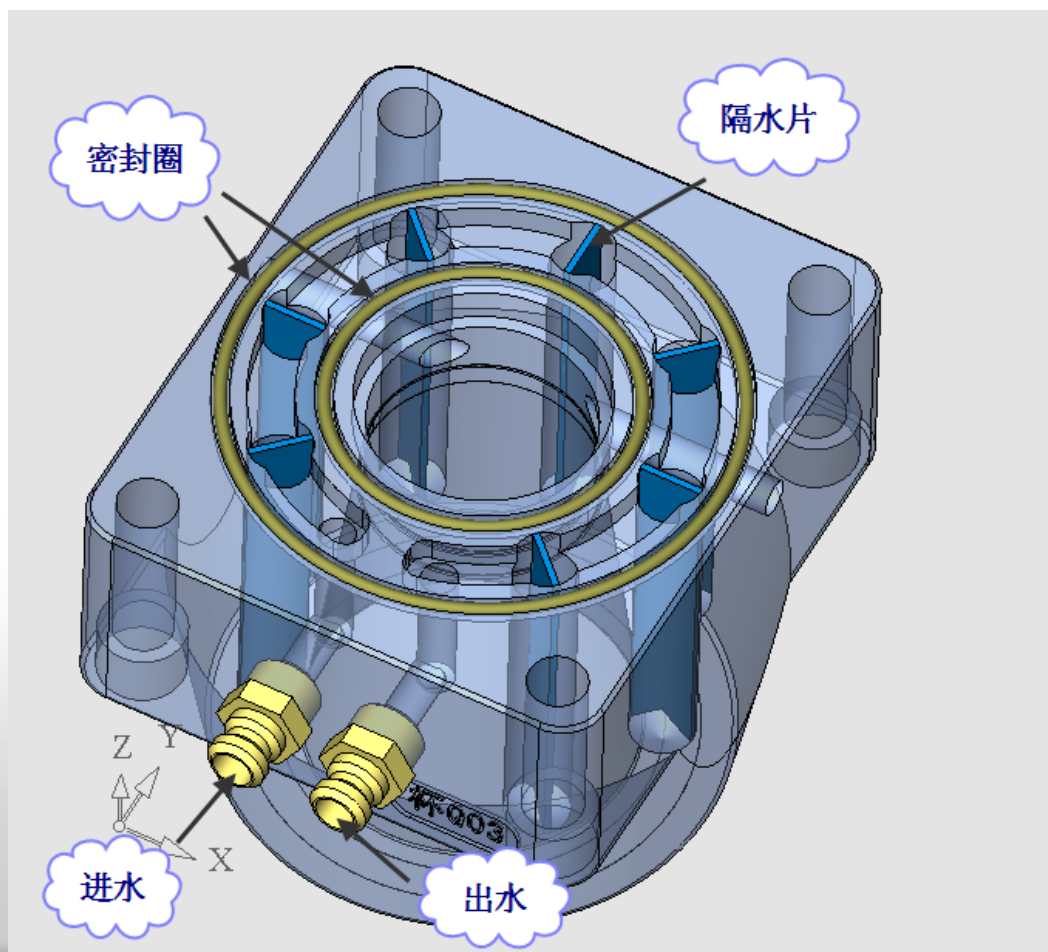
定模仁固定在定模板上的螺丝是从正面拧的，这样装配时比较方便，而且可以极有效地保护热流道系统。也就是说，在维护和更换模具零件时，完全不用接触到热流道元件。定模仁与动模仁的精确定位是独立的，补气和冷却水也是独立的。

四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的冷却系统的设计

定模仁的冷却系统是采用了垂直水塘加隔水片的形式，加工起来很方便，冷却效果也很好。由于是独立的冷却，生产时调整模具温度时不会受其他型腔的影响。可以将模具温度调整到最佳状态。

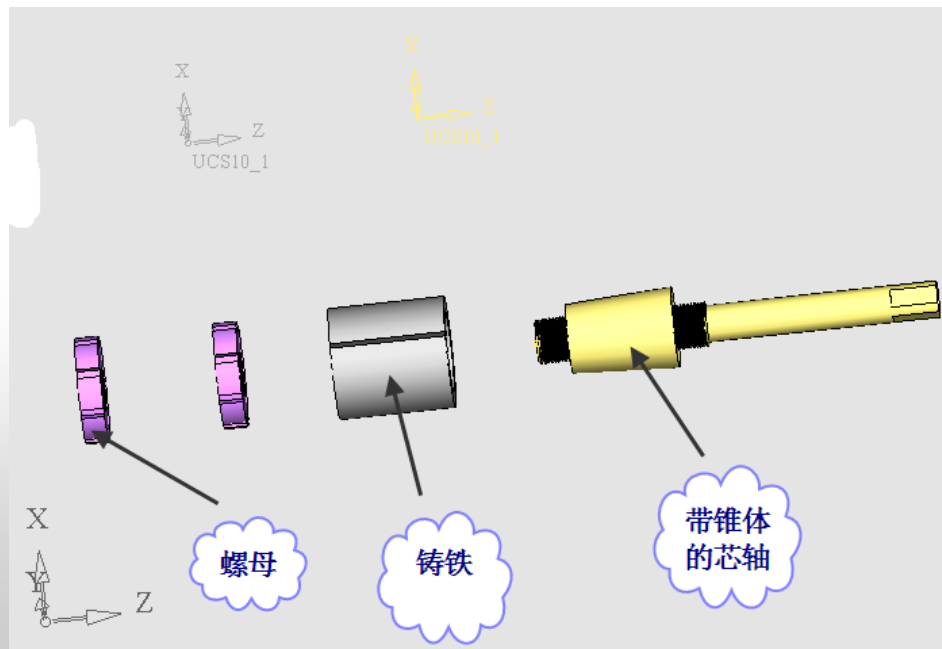
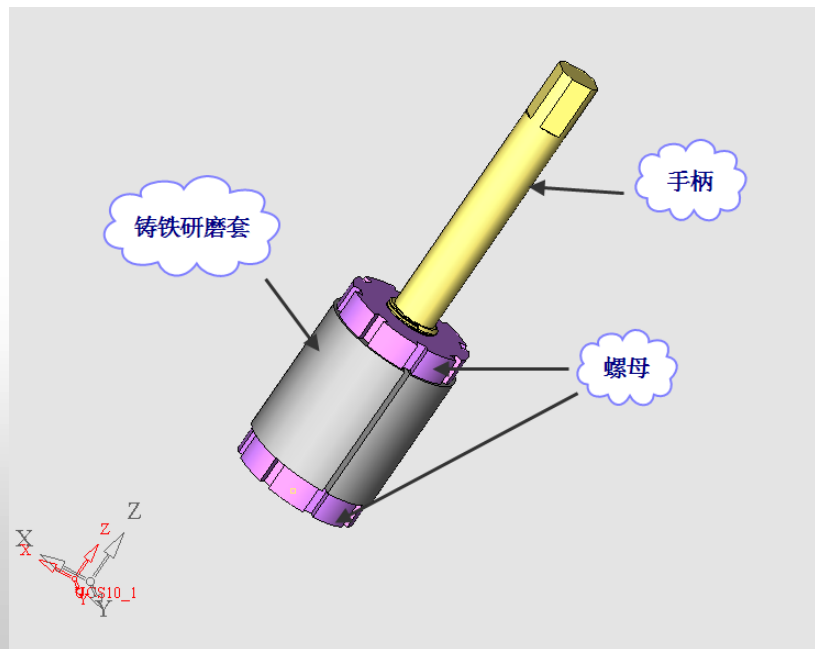


四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁上装浇口镶件的孔的加工

定模仁上装浇口镶件的孔由于要考虑补气的功能与浇口镶件的配合要非常精准，直径尺寸为 $\phi 48.390+0.01$ ，可以在内圆磨床上磨出来。但是由于外形是长方形，装夹不方便，我在这里介绍一种研磨的工具。

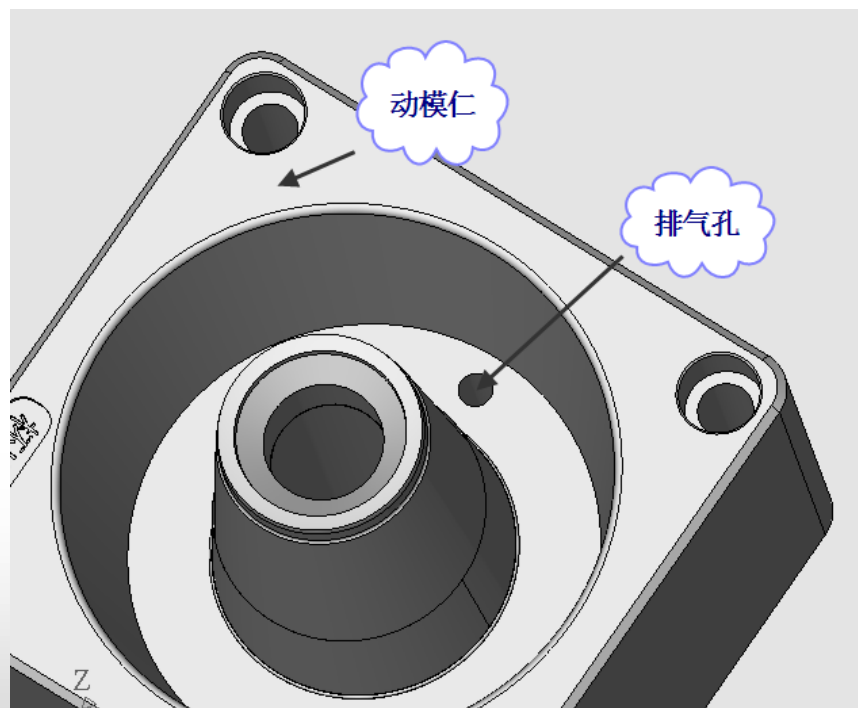
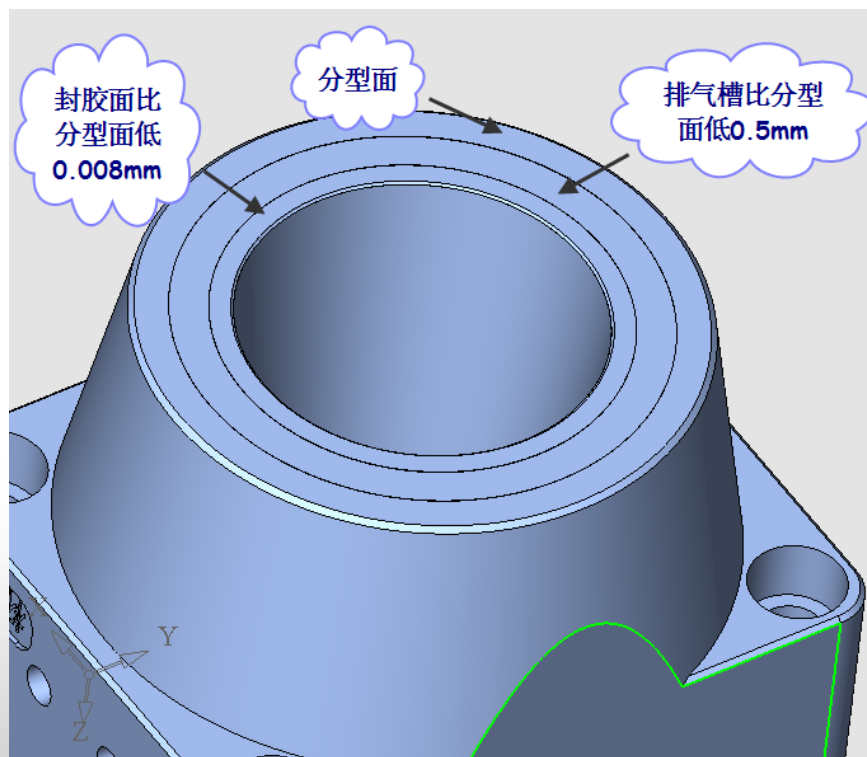


四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的排气槽的加工方法

定模仁除了补气外，还要设计排气机构



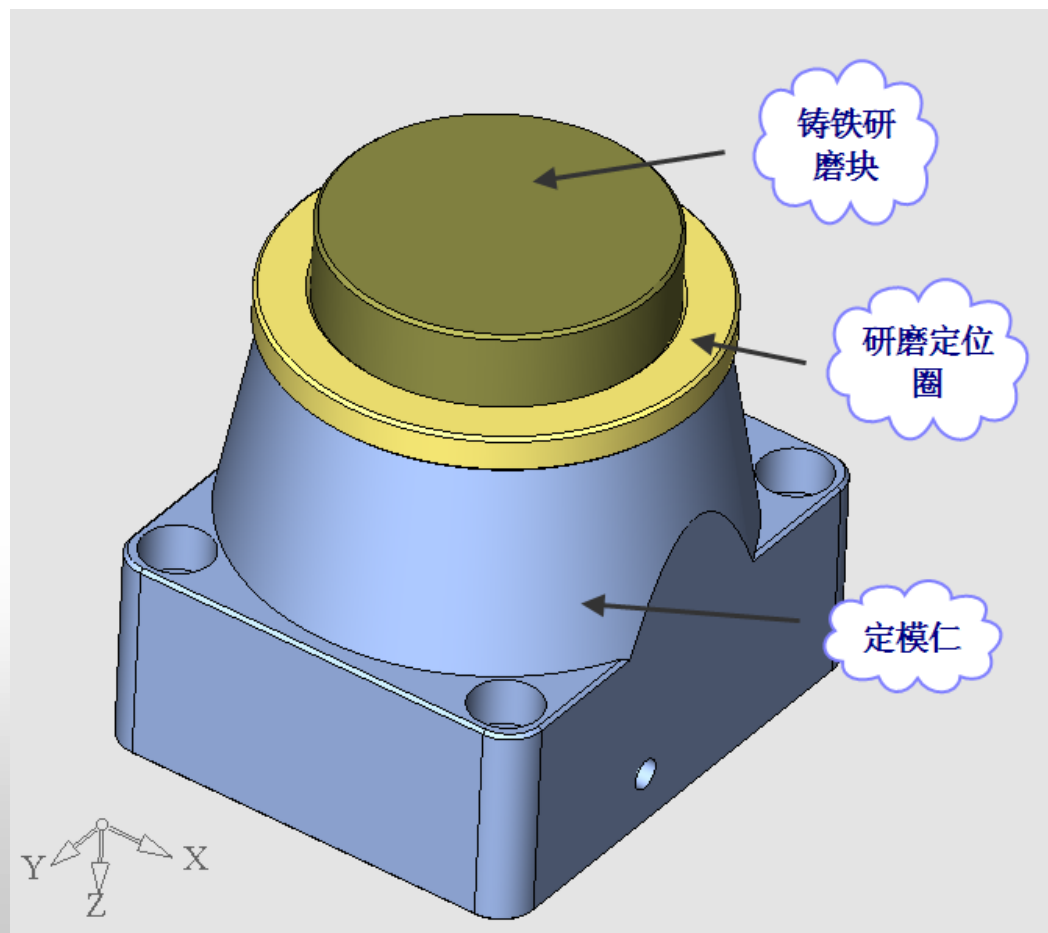
在动模仁上，对着排气槽的位置有一个排气孔

四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的排气槽的加工方法

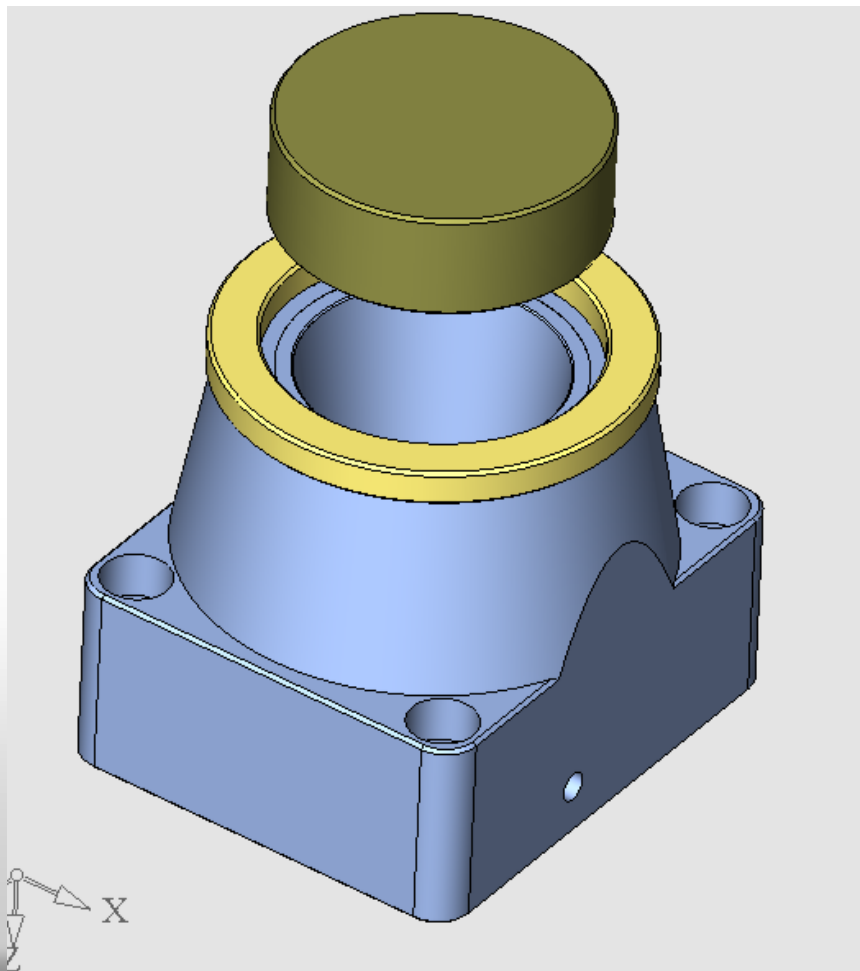
按这样设计，动、定模仁组合成为一个理想的排气系统。密封胶位采用了整圈的排气，目的是在产品的杯口不产生任何的飞边和毛刺，使得产品的杯口非常光滑。现在的问题是，这个内圈的密封胶面比分型面低0.008是怎么加工出来的？我在这里介绍一种研磨的方法



四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模仁的排气槽的加工方法



操作时先将研磨定位圈与定模仁用502胶水黏牢，在铸铁研磨块上均匀地涂上研磨膏，转动铸铁研磨块，就可以将封胶面磨低，要多次测量，慢慢接近尺寸，以免磨过头。铸铁研磨块磨损后可用平面磨床修正。

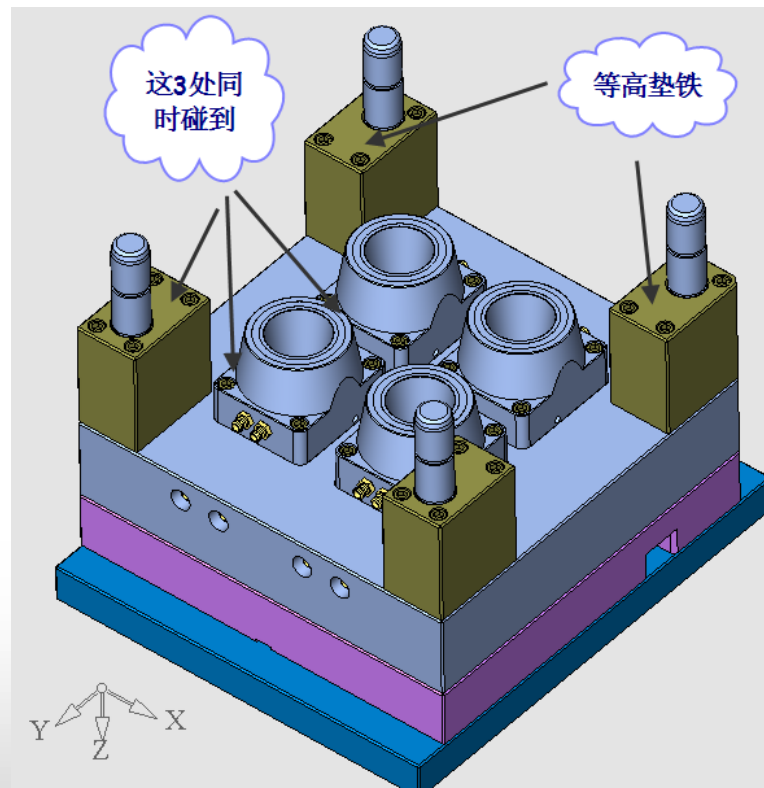
四、设计方案

◆定模仁的设计和加工

定模等高垫铁设计

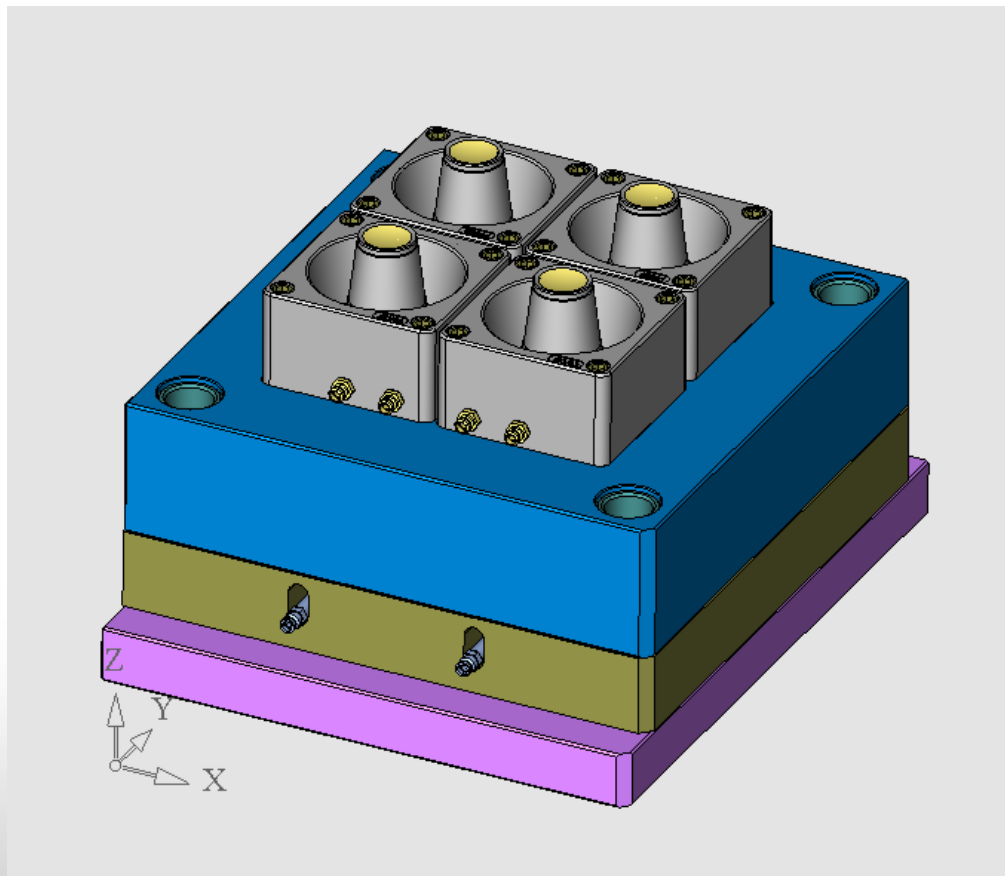
由于这套模具的总结构采用了模仁直接布置在模板的面上的形式，所以，仅仅靠动、定模仁的结合面来承受注塑机的锁模力是不安全的，这样会增加动、定模仁的定位斜面的磨损，缩短模具的寿命，我在定模侧设计了4个等高垫铁，材料为50号钢，硬度为HRC32~36。

分型面和模仁的基面以及等高垫铁的面是同时接触动模侧的相应的面的，当等高垫铁的面高0.005mm时，就能够对模仁起到很好的保护，注塑机的锁模力被均匀地分摊，模具的总体受力很合理，可有效降低模具受到的交变应力。



四、设计方案

◆动模的布局



动模仁是分成4块的，但是动模仁的内芯和外面的定位部分是整体的这样的设计，可以最大限度地减少模仁在注塑机射胶时的变形量，以大大延长模具的寿命。动模仁与模板的连接与定模一样，也是放置在动模板上的方形凹槽中，从正面拧螺丝，装拆比较方便。

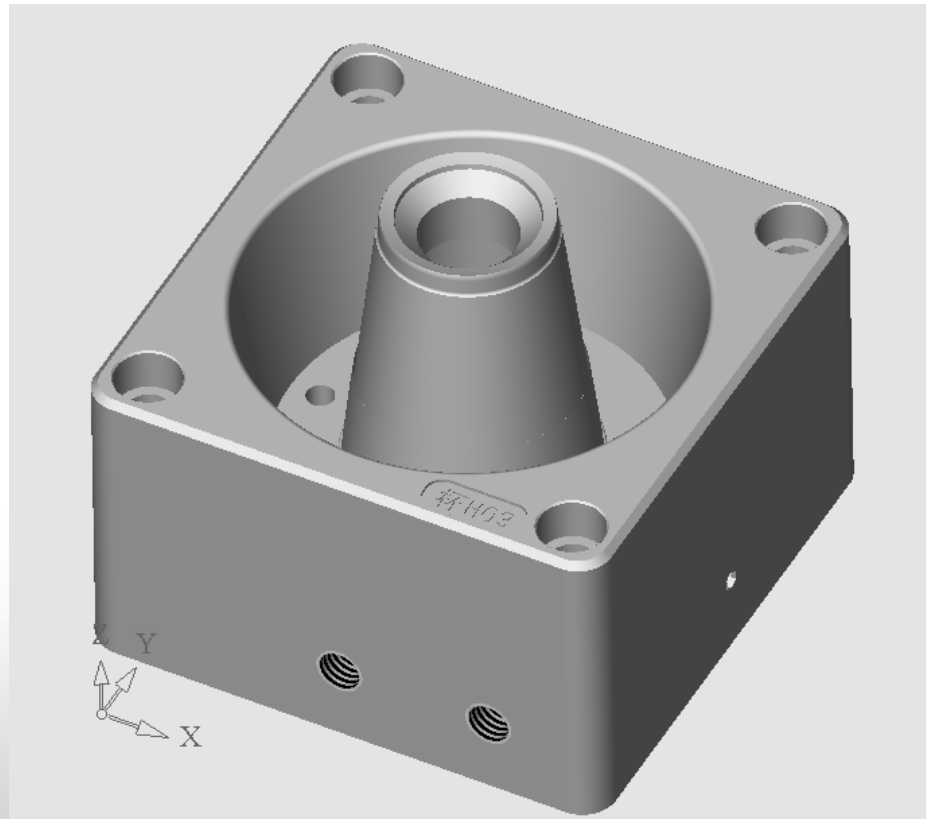
四、设计方案

◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的材料也是S136H,硬度HRC42

从图中可以看到，模芯与外围的定位斜面是整体的，是用高速加工中心一次性加工出来的，用这样的定位方式，可以确保模芯与定模腔的同心度，而且，动模仁有足够的刚性和强度。

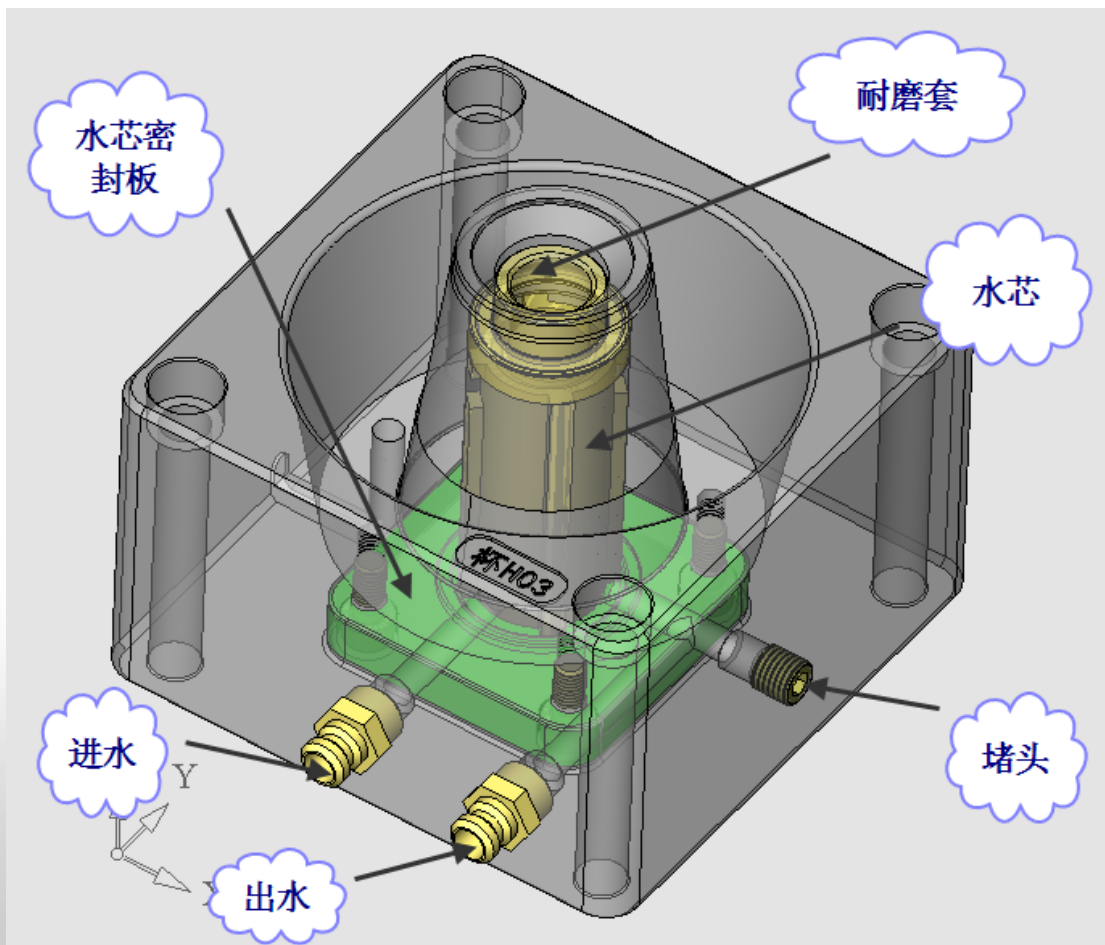
这个杯子产品有严格的重量要求，动模仁在加工完后表面要镀铬，一般来说，产品的精确的重量是靠镀铬层的厚度来控制的。所以，我们在加工中心编程的时候要将模芯的表面多切削掉单面0.02mm，表面抛光后试模。试出的样品称出重量，然后决定镀铬层的厚度。



四、设计方案

◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的冷却系统设计



从图中可以看到，进水和出水的接头是在一侧的，这样接水比较方便，冷却水从第一个水接头进入模仁内部，在水芯上环绕一圈后，从第二个水接头出来，每个模仁的冷却水是独立的，便于很好的控制动模仁的温度，以保证注塑生产的稳定性及产品质量的稳定性。

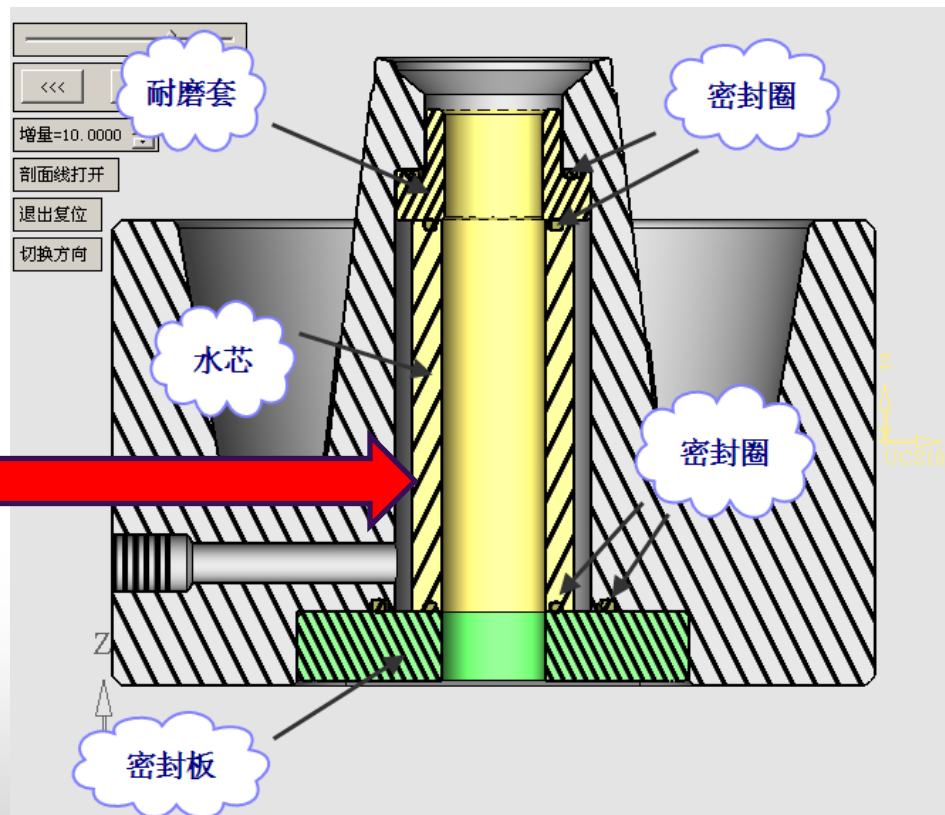
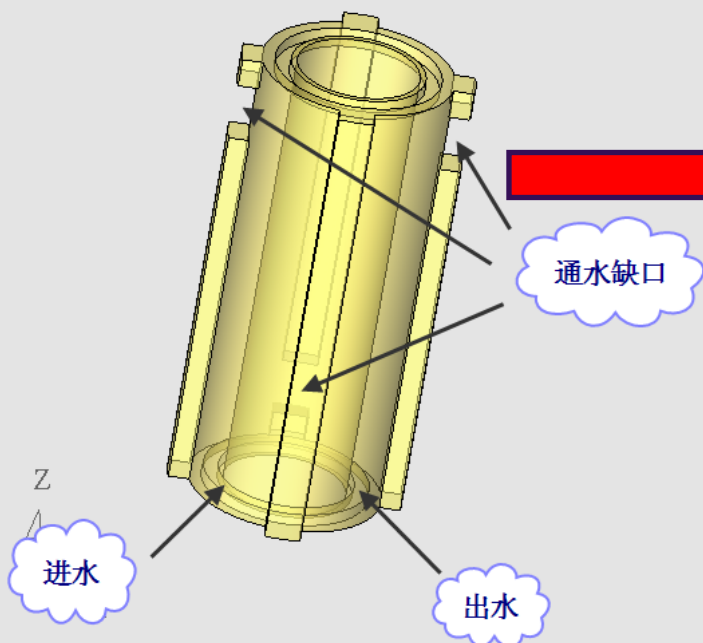
模仁底部有水芯密封板，使得动模仁在局部装配时成为一个独立的水冷却系统，总装配前就可以测试漏不漏水。水芯的设计也是很有创意的。

四、设计方案

◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的冷却系统设计

水芯的加工非常方便，线切割出来后，铣3个缺口，再车密封圈槽就完成了



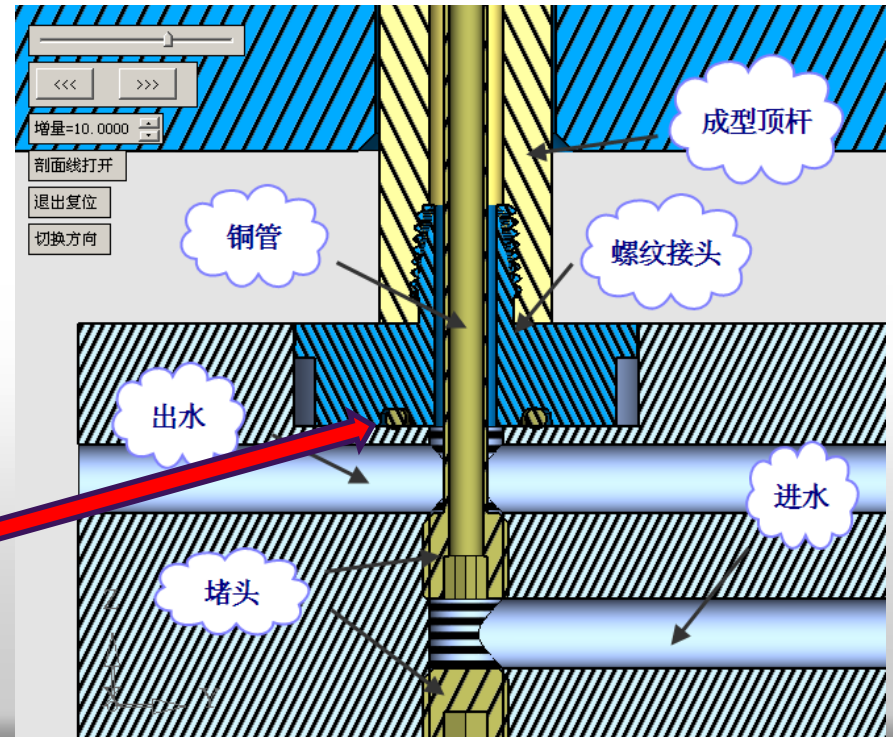
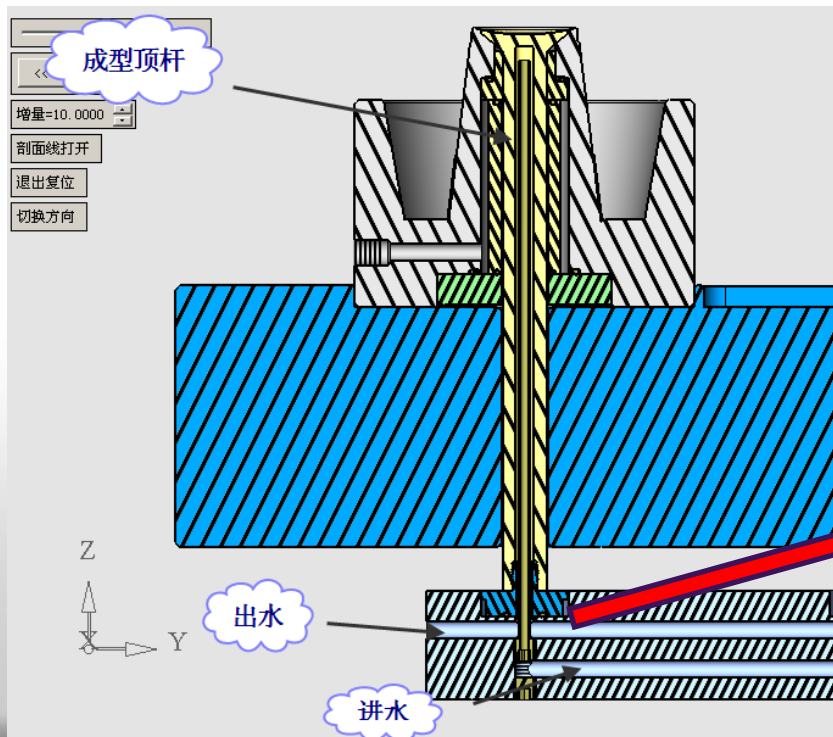
动模仁中密封圈的设计

四、设计方案

◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的冷却系统设计

通过生产实践，以前的模具影响产品质量和生产周期的一个重要原因是成型顶杆没有位置安排冷却水，事实上，成型顶杆通冷却水是非常困难的，因为成型顶杆是随着推板一起动的，其次，由于模具装配的原因，成型顶杆的下部是很难安排密封圈的。下图是我设计的方案

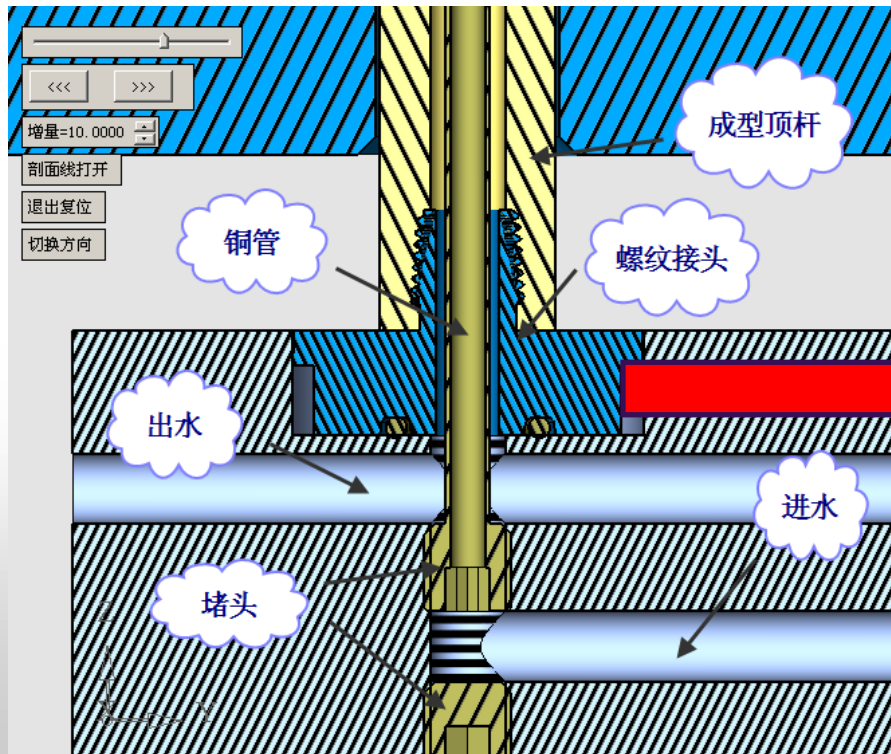


四、设计方案

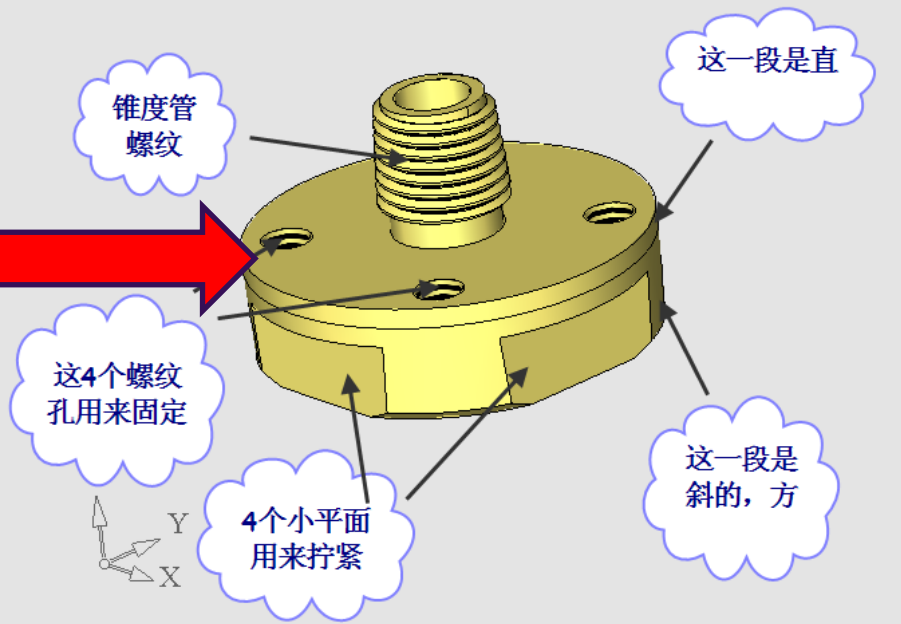
◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的冷却系统设计

从图中可以看到，螺纹接头与成型顶杆的尾部是用带锥镀的管螺纹连接的，并且在螺纹部分缠上聚四氟乙烯胶带，起到很好的封水作用。螺纹接头有4个内六角螺丝固定在推板上，这样装配比较方便。



螺纹接头的设计

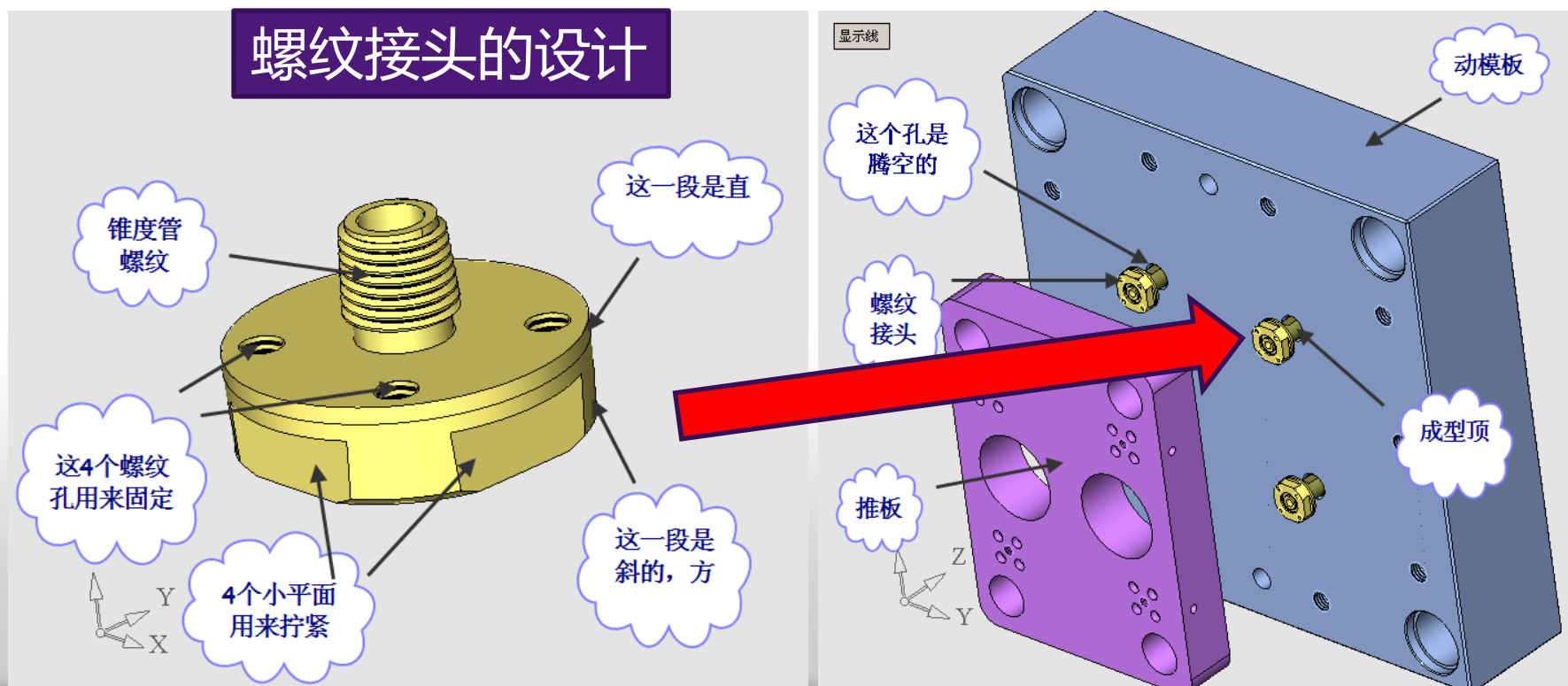


四、设计方案

◆动模动模仁的设计和加工

动模仁的冷却系统设计

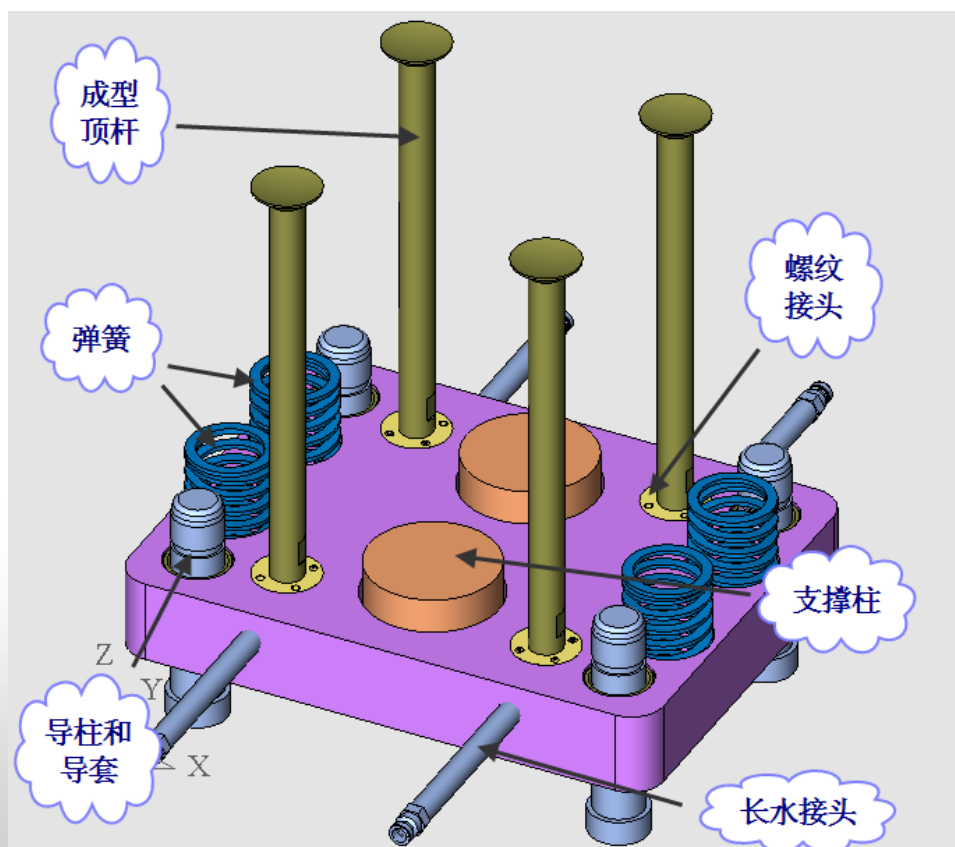
在左图中可以看到，螺纹接头的圆盘部分我是设计成为2段的，第一段是直的，可以与推板上的凹槽精密定位，第二段是斜度的。为什么要设计成为斜度呢，请看右图



四、设计方案

◆顶出系统的设计

前一节由于动模系统的冷却设计我们已经讲到了成型顶杆的设计，现在我们接着讲顶出系统的设计



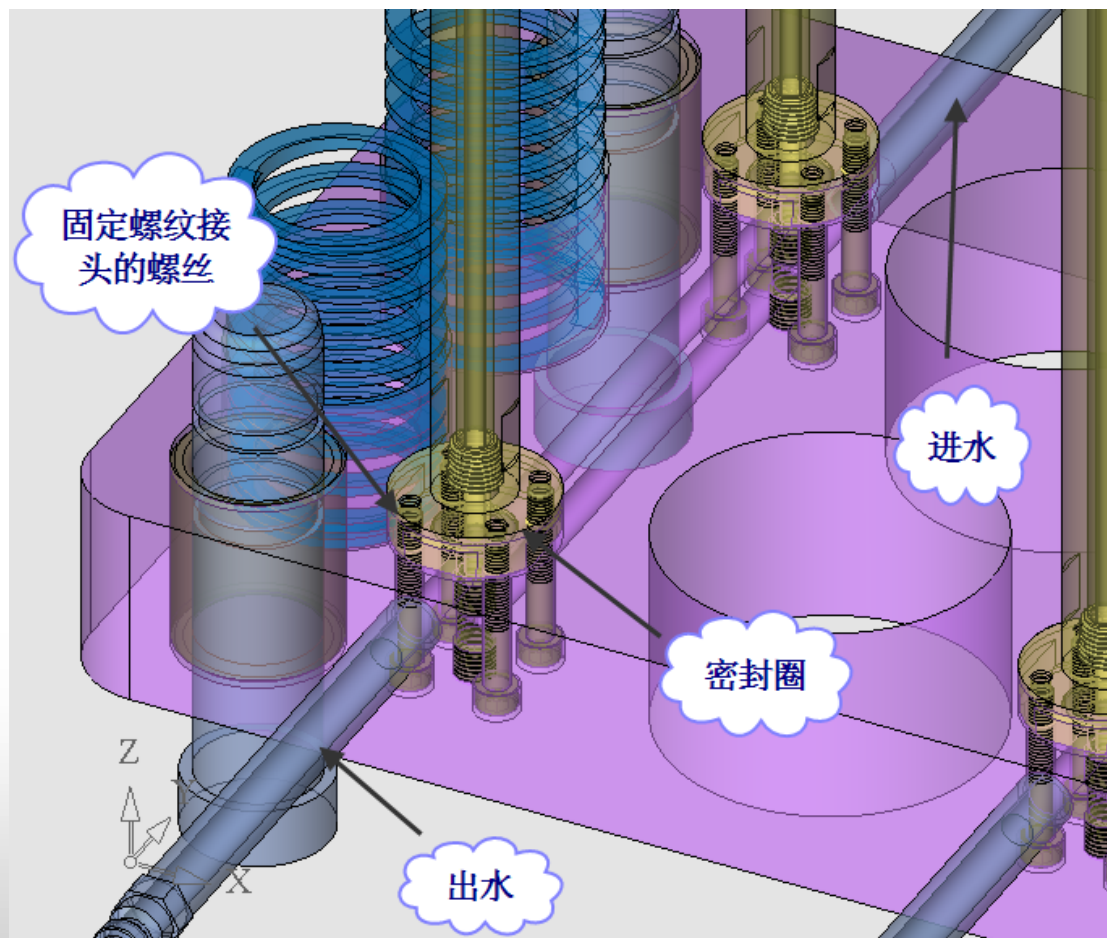
从图中可以看到，我放弃了传统的推板和顶杆板的二块板的形式，采用了单独一块推板的结构，这样的推板结构我在很多场合用过，主要是这样做推板的刚性强，因为在材料力学的计算公式中，板的刚性与板的厚度的4次方成正比。另外，现在的结构很大程度上简化了水路的密封。我仅仅在螺纹接头底部用了一组密封圈就解决了顶出系统的所有密封问题。以往，带有成型顶杆的机构，冷却问题是十分麻烦的。

四、设计方案

◆顶出系统的冷却水路设计

请看右图，采用的是喷淋式的冷却，冷却水从铜管的下部进入，喷到成型顶杆的头部，然后从成型顶杆的内孔回下来，从出水口流出。

这套模具的顶出系统我没有采用复位杆，我是用4个强力的弹簧来复位的。另外推板上的导柱导套保证了推板的平稳运动，配合动模仁上的耐磨铜套，使得成型顶杆的运动很滑顺，确保产品的正常脱模。推板的向前运动的距离为8mm，然后由机械手将产品吸出。



五、小结

◆本套模具有几个亮点

定模系统的补气，彻底杜绝产品留定模。

浇口镶件安装部分的手工研磨，可培养模具钳工精密加工的技能，并确保零件的精密尺寸和统一性和互换性。

分型面的整圈排气，使得产品杯口光滑。

成型顶杆尾部的螺纹接头的设计，彻底简化了顶出系统的装配。是本套模具的精华。

单一推板的设计，简化了水路的密封，增加了推板的刚性，使得成型顶杆的运动很平稳。

谢谢

老查做模一千零一招

