“十三五”职业教育国家规划教材

微课版

注塑模具 CAD/CAE/CAM综合实训

第二版

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主 编 王正才

扫码看微视频

大连理工大学出版社

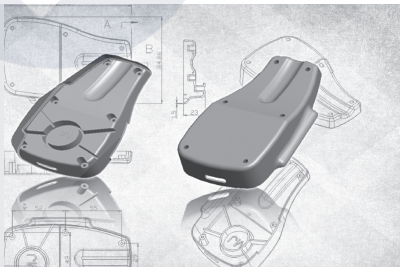
“十三五”职业教育国家规划教材

微课版

注塑模具 CAD/CAE/CAM综合实训

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主　编 王正才
副主编 肖国华 吴银富
商建方 黄宏辉

第二版



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

注塑模具CAD/CAE/CAM综合实训 / 王正才主编. -- 2版. -- 大连 ：大连理工大学出版社，2019.9(2021.1重印)
新世纪高职高专模具设计与制造类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-2299-1

Ⅰ. ①注… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①注塑－塑料模具－计算机辅助设计－应用软件－高等职业教育－教材 Ⅳ. ①TQ320.66-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第240167号

大连理工大学出版社出版
地址:大连市软件园路80号　邮政编码:116023
电话:0411-84708842　邮购:0411-84708943　传真:0411-84701466
E-mail:dutp@dutp.cn　URL:http://dutp.dlut.edu.cn
大连理工印刷有限公司印刷　　大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm　印张:15.75　字数:380千字
2014年7月第1版　　2019年9月第2版
2021年1月第3次印刷

责任编辑:刘　芸　　责任校对:吴媛媛
封面设计:张　莹

ISBN 978-7-5685-2299-1　　定　价:42.80元

前　言

《注塑模具 CAD/CAE/CAM 综合实训》(第二版)是“十三五”职业教育国家规划教材、“十二五”职业教育国家规划教材,也是新世纪高职高专教材编审委员会组编的模具设计与制造类课程规划教材之一。

本教材根据教育部《高等职业学校专业教学标准》的要求,以科学发展观为指导,围绕现代职业教育体系建设,坚持行业指导、企业参与、校企合作的教材开发机制,由企业专家及高职教学名师组成编写团队编写而成。

本教材突出企业真实模具的生产过程,以在行业主流软件平台上设计与制造典型模具的详细操作步骤和小组成员合作完成模具设计与制造的训练过程为主线,便于实现教、学、做一体化,有利于教师的教学和学生的自主学习。

本教材在项目化情境教学中融入企业生产要求和文化,参照企业的设计流程,采用来源于生产一线的实用、鲜活的案例构建完整的学习体系,营造真实的企业工作情境。本教材的内容涉及模具设计、模流分析与数控编程这三项模具专业核心技能,通过一副典型模具将 CAD/CAE/CAM 贯穿于模具设计与制造的全过程,在边学边做的过程中培养学生分析问题和解决问题的能力,同时使学生形成良好的职业素养。

本教材由七个项目组成,具体包括:综合实训的策划;模具设计前的准备;模具设计;模具的设计评审与生产备料;模具主要零件的制造;模具的装配;模具的试模与验收。附录部分给出了 50 个可用于模具设计与制造训练的制件模型,以培养学生设计与制造中等及以上复杂程度塑料模具的综合运用能力。

本教材由宁波职业技术学院王正才任主编,浙江工商职业技术学院肖国华及宁波职业技术学院吴银富、商建方和宁波远东制模有限公司黄宏辉任副主编。具体编写分

工如下：王正才编写项目一、项目二、项目三（任务一、三～十一）、项目五（任务一～四）、项目七、附录；肖国华编写项目三（任务二）；吴银富编写项目五（任务五）；商建方编写项目六；黄宏辉编写项目四。全书由王正才负责统稿和定稿。

在编写本教材的过程中，我们参考、引用和改编了国内外出版物中的相关资料以及网络资源，在此对这些资料的作者表示诚挚的谢意。请相关著作权人看到本教材后与出版社联系，出版社将按照相关法律的规定支付稿酬。

尽管我们在教材特色的建设方面做出了许多努力，但由于编者水平有限，书中仍可能存在一些疏漏和不妥之处，恳请各教学单位和读者在使用本教材时多提宝贵意见，以便下次修订时改进。

编　者

2019 年 8 月

所有意见和建议请发往：dutpgz@163.com

欢迎访问职教数字化服务平台：http://sve.dutpbook.com

联系电话：0411-84707424　84706676

目　录

扫码看微课视频

CAE 模流分析
（第 16 页）

模具排位与分型设计
（第 65 页）

模架与标准件设计
（第 88 页）

模具标准件调用
（第 89 页）

浇注系统设计
（第 91 页）

滑块设计(一)
（第 102 页）

滑块设计(二)
（第 102 页）

滑块设计(三)
（第 102 页）

冷却系统设计
（第 109 页）

镶件和顶出系统设计
（第 110 页）

电极 3D 设计
（第 114 页）

电极图绘制
（第 121 页）

型腔铣 1-开粗
（第 131 页）

型腔铣 2-开粗
（第 131 页）

型腔平面区域精加工
（第 131 页）

型腔半精加工
（第 131 页）

型腔精加工
（第 131 页）

型腔流道加工
（第 131 页）

型芯开粗
（第 151 页）

型芯二粗
（第 151 页）

型芯侧壁精加工
（第 151 页）

型芯平面精加工
（第 151 页）

型芯加强筋加工
（第 151 页）

型芯点孔加工
（第 151 页）

型芯流道加工
（第 151 页）

滑块零件新建与分析
（第 171 页）

滑块零件开粗
（第 171 页）

滑块两侧精加工
（第 171 页）

滑块半精加工
（第 171 页）

滑块精加工
（第 171 页）

电极编程加工
（第 181 页）

项目一 综合实训的策划

能力目标

1. 培养学生的团队协作能力，各成员合理分工以完成模具开模策划。
2. 培养学生的策划、协调、沟通能力。

知识目标

1. 了解整套模具的设计与制造流程，并能进行合理安排。
2. 对各加工工艺方法所用的时间进行合理估算。
3. 采用合理的加工工序，以达到降低模具制造难度、节省制造时间的目的。

任务一 了解课程实施流程

模具设计与制造综合实训是模具设计与制造专业的核心课程，该课程的内容包括注塑模、冲压模、压铸模等模具的设计与制造，其中注塑模具 CAD/CAE/CAM 综合实训是该课程的重要组成部分。该课程采用理实一体化的教学方法，将学生的学习过程与模具的实际制造过程有机结合在一起，经过三年来的教学改革与实践，使教学设计与教学实践过程基本一致，达到了预期的教学效果。

该课程的能力目标具体如下：运用 CAD/CAM 技术和现代制造技术，利用现有的加工设备，模拟真实的生产场景，在实训教师的指导下，完成模具从图纸到零件的生产过程，进一步综合运用所学知识，掌握模具设计方法、模具典型零件的制造工艺规程编制、工序分析等基本方法；掌握典型模具零件数控加工编程与操作的基本方法、电火花与线切割操作的基本方法及普通机械加工方法；掌握模具装配工艺过程、模具装配调试的基本方法；熟悉模具制造企业的设计部门、技术测量部门、装配车间的工作流程和内容；通过小组讨论、分工协作、总结汇报，培养学生的团队合作精神，全面提高自身的综合素质。该课程的实施流程见表 1-1-1。

表 1-1-1　　课程实施流程

实训主要内容	教学实施步骤	时间安排
分小组，布置任务	(1)模具设计与制造综合实训介绍 (2)组织学生自愿分组(8～10 人为一组) (3)学生根据塑料制件的零件图或造型图，分析其加工工艺性及材料的工艺性能 (4)讨论模具类型及设计方案	第 1～3 天
制订模具设计方案	(1)模具设计方案的策划、比较、分析，确定初步方案 (2)模具设计方案的论证	第 4～5 天
教师点评与学生互动	(1)各小组提交工艺方案及可制造性分析 (2)小组讨论 (3)教师对方案合理性进行点评 (4)小组成员组内实训任务的具体分配	第 6～8 天
模具结构设计策划	(1)确定模具的主要结构 (2)校核注射机技术参数 (3)合理选择标准模架及其他标准件	第 9 天
模具零件数字化建模	(1)使用 UG 软件(或 Pro/E 软件)进行模具 3D 结构设计建模 (2)模具零件三维实体建模	第 10～11 天
生成工程图	(1)2D 排位设计及由三维装配图生成二维工程图 (2)工程图中视图、尺寸及技术要求(公差、表面粗糙度等)的调整 (3)材料及热处理工艺的确定	第 12～14 天
模具装配图	模具装配及结构调整	第 15 天
答辩与评定成绩	(1)学生答辩 (2)教师点评模具结构的合理性、模具设计的要点 (3)对本模具的设计部分进行成绩评定 (4)各小组根据教师的点评进行方案修正	第 16～18 天
分组讨论，确定模具零件生产工艺方案	(1)教师指导学生了解模具典型零件的加工工艺过程和技术参数的要求 (2)各小组收集有关资料，讨论并确定模具典型零件的生产工艺方案 (3)各小组讨论、记录、整理生产工艺方案	第 19～21 天
教师点评与学生互动	(1)各小组提交工艺方案(草稿)，教师进行修正 (2)教师点评各小组的讨论记录，分析典型问题	第 22～23 天
绘制毛坯，编制工艺卡	(1)学生选择毛坯，绘制毛坯草图，教师进行过程控制 (2)编制模具加工工艺过程卡	第 24～25 天
编制工序卡	(1)学生了解模具工作零件的制造特点 (2)学生完成工序卡的编制 (3)教师完成相应项目的考核记录	第 26 天
答辩与评定成绩	(1)学生整理所有工作文件，按组进行考核，如成员之间的协作状况、完成工作任务的质量、有无工艺设计亮点等 (2)给出模具零件加工工艺部分的成绩	第 27 天
熟悉车间，分组讨论	(1)学生全面了解模具实习车间、数控车间，接受安全教育 (2)学生熟悉机床、刀具、量具，分组讨论并确定切削加工参数 (3)教师进行过程控制，对典型和普遍的问题进行讲解	第 28～29 天
加工程序的编写与调试	(1)模具工作零件数控加工程序的自动或手动编写 (2)程序的导入或直接输入 (3)程序的模拟与调试	第 30～31 天
模具零件机加工	(1)数控车间、模具车间现场及设备安全操作规程的教育 (2)毛坯、工件、刀具、量具的领取 (3)完成模具零件热处理前的粗加工 (4)机床的打扫、清洁等现场的“7S”管理	第 32 天
模具钳工加工	(1)螺纹孔、销钉孔等孔系加工 (2)检验方案的制订 (3)按工艺卡及图纸进行检验 (4)机床的打扫、清洁	第 33 天

续表

实训主要内容	教学实施步骤	时间安排
零件热处理	(1)学习热处理工艺规范 (2)淬火炉加热 (3)零件淬火 (4)零件回火 (5)检验零件是否达到热处理标准 (6)场地的打扫、清洁	第 34～35 天
零件精密磨削	(1)完成模具零件热处理后的精密磨削 (2)按工程图检验尺寸和技术要求 (3)归还所有量具、工具 (4)机床的打扫、清洁	第 36～37 天
零件检验	(1)填写检验文件 (2)学生整理所有工作文件	第 37 天
答辩与评定成绩	(1)学生答辩 (2)教师点评模具加工方法的合理性及模具零件检验的要点 (3)对本模具零件的加工部分进行成绩评定	第 38 天
分组讨论，确定装配工艺流程	(1)读模具装配图，明确模具装配技术要求 (2)确认模具装配质量的解决方案 (3)明确模具与成型设备的连接、固定方式 (4)分析模具装配的先后顺序，确定装配基准 (5)确定模具工作零件的固定方法 (6)学生小组讨论、记录、整理装配工艺流程	第 39～40 天
教师点评与学生互动	(1)每位学生就装配工艺流程发言，教师点评、答疑并分析、解决典型问题 (2)学生完善装配工艺流程 (3)装配任务分配 (4)选择领取装配、检测工具及模具标准件	第 41 天
模具装配图	(1)检验自制件是否合格 (2)模架的装配及检测 (3)上模(定模)装配 (4)下模(动模)装配 (5)上、下模合模，调整相对位置，保证间隙 (6)总装配完成后，进行检查：活动件的动作是否可靠；是否满足装配图的其他技术要求，并进行合理修配	第 42 天
模具试模	(1)成型机操作、工具装配、安全要求讲解 (2)模具安装 (3)试模 (4)制件检验 (5)分析缺陷产生的原因及解决方法 (6)模具调整、成型机参数调整 (7)模具重新安装 (8)再次试模 (9)填写试件的检验报告	第 43～44 天
答辩与评定成绩	(1)学生陈述：模具的装配过程；自己承担内容的工作过程；试模件不合格的原因及解决方法 (2)教师提问与总结 (3)根据学生装配过程的表现、答辩情况、完成工作任务的质量、协作情况等评定成绩	第 45 天

任务二　明确实训总任务

模具设计与制造综合实训课程的总任务如下：

(1)每组完成一副以上真实模具的制作，完成企业下达的临时性模具开发制造任务；

(2)每个学生完成一套模具设计二维图纸，包括总装图、零件工程图；

(3)每个学生完成整套模具的三维设计；

(4)每个学生完成模具设计说明书 1 份；

(5)每组学生完成真实模具的 CAE 模流分析报告 1 份(至少含四种以上方案并进行比较)；

(6)每个学生完成模具成型零件及主要结构零件加工工艺过程卡的编制；

(7)每个学生完成 1 张注塑成型工艺卡的编制；

(8)每个学生结合自己的任务，完成 PPT 汇报材料 1 份，以备答辩；

(9)每个学生完成课堂笔记。

本课程分小组开发 1 副模具和每个学生设计 1 副模具这两条主线同步进行，将课堂教学和学生作业有机地结合起来。

本任务要求学生了解以上实训总任务九个方面的具体要求，明确实训要达到的目标。

任务三 了解模具企业的生产运作流程

1. 产品结构审核

接到产品实物或图纸后，由模具设计员全面检查产品零件的工艺结构、脱模、质量要求等细节，如有问题，则应与产品设计者沟通并对产品的结构进行合理更改。

2. 模具结构布局

由模具负责人(模具钳工组长)、模具设计员、主管(模具车间主任)三方论证确定，若意见不统一，则少数服从多数。具体工作由模具设计员填写材料采购单，主管审核，文员登记采购。

3. 模具 3D 设计

模具设计员负责具体模具设计，设计中细节如有问题，则应与模具负责人协商解决。若两人意见不统一，处理方案确定困难，则要与主管再次协商确定。

4. 设计与制造的统一性

模具设计员对模具设计的合理性和加工图纸的正确性必须负责，所承担的责任与模具负责人的责任等同。模具生产加工一律按图施工，不得随意更改。设计与制造必须正确、统一，这是做好模具的先决条件。

5. 出模具图纸

模具设计完毕，应绘制出相应的结构图、推杆加工图，并一律由模具负责人审核签字，图纸审批合格后方可发送车间进行普通加工和数控加工。

6. 加工流程的确定

(1)一般作业顺序：模具设计—材料订购—来料检验—铣削加工—磨削加工—数控编程—数控加工(CNC)—线切割加工(W/C)—电火花加工(EDM)—孔系加工—抛光—模具装配—试模—样件检测—改模—再次试模—样件合格—模具入库。

(2)模具负责人对加工工艺负全部责任，每一道工序的加工必须做到尺寸到位、形状准确(特别是形状有要求的)。模具负责人参与模具设计的最终目的就是为了更好、更合理地安排加工工艺。

7. 按图操作加工

各工种加工组的成员是模具加工工艺的实际操作者，应服从各模具组长加工任务的安

排。一般按工艺要求的先后顺序进行零件加工，特殊情况下须由主管在加工图上审核签字后方可提前加工。

8. 毛坯基准的确定

模具工件发送到各工种加工组后，必须先在模板上正确、清楚地标好基准，并与加工示意图和相关加工图纸保持一致，以免影响加工中心、线切割机或车床等加工。要有正确的观念，不做无数据的主观加工，避免做一步看一步的模糊加工。

9. 异常情况处理

各加工组一律按工件基准、模具零件图纸加工，拒绝按照模糊图纸、当事人口令进行加工。要严格按上一道工序的图纸指令或负责人图纸指令进行加工，发现问题或加工失误要及时与开模负责人汇报，然后方可再次加工，并确保加工基准准确。

10. 数控加工

对工件进行数控加工之前，模具负责人要配合编程者做加工工艺指导，如碰穿、拆穿、余量缩放、三维电极规划等。放电加工前领取电极，并对其拔模斜度进行检测后方可加工。

11. 过程监控

模具负责人在加工中途确实发现问题时，必须经模具设计员更改后方可继续加工，模具设计员全权负责中途数据更改，以确保模具的准确加工。一定要注意避免由于没有及时更改而导致加工出错所造成的经济损失。

12. 预见性

模具负责人对模具的实际制造要有一定的预见性。根据“加胶容易减胶难”、“配合尺寸宁紧勿松”等原则，对实际加工误差留一定的余量，以方便后续修整，这是做好模具的必要手段。

13. 加工基准的重要性

在飞模（合模修配）之前要再次检查加工基准（加工基准越少越好），复查各模具零件加工后的实际尺寸，做到了如指掌，然后修正各相关配合尺寸。思想上要意识到：经验固然重要，但数据比经验更重要，一切主观意识都应服从实际尺寸。

14. 生产计划安排

模具负责人对模具加工时间负全部责任，对工作进程中遇到的实际困难，要提前提交给主管并进行协商，找出解决问题的具体办法并实施。如果加工组中个别人员不配合，则模具负责人有权投诉，直到问题顺利解决，确保生产正常进行。

15. 分工职责

模具设计员与模具负责人对模具生产和加工效益负全部责任。模具设计员主要负责图纸正确，指导数控工艺准备。模具负责人主要负责模具的生产调度、工艺安排、模具进度控制，确保本组人员安全、文明生产。

16. 车间管理

车间主管总负责车间内的安全与文明生产、各区域卫生、模具生产总调度、各组生产配合、模具成本控制、材料进出、外协加工、机床保养、劳动纪律监督等。

上述规定是发生纠纷、事故时进行责任认定的依据。对于违反上述规定且造成重大损失者，将从严追究责任，进行经济处罚，甚至开除出厂。

项目二

模具设计前的准备

能力目标

1. 具有对塑料制件进行结构可行性分析的能力，并能根据产品特征进行合理的结构设计。

2. 能进行模具生产成本核算，并具有安排模具开发生产计划的能力。

知识目标

1. 掌握对制件进行模具设计有关的结构工艺性知识。

2. 了解模具生产成本知识，熟悉模具生产流程。

任务一 产品可行性（技术要求）分析

一、产品制件的技术要求概要

(1)材料：ABS。

(2)材料收缩率：0.5%。

(3)技术要求：表面光洁无毛刺、无缩痕，浇口不允许设在产品外表面。

(4)原始数据：参阅制件二维工程图及三维数据模型。

二、模具结构设计要求

(1)模腔数：一模两腔，平衡布置。

(2)成型零件收缩率：0.5%。

(3)模具能够满足制件全自动脱模方式要求。

(4)优先选用标准模架及相关标准件。

(5)以保证模具质量和制件生产率为前提条件，兼顾模具的制造工艺性及制造成本，充分考虑模具的使用寿命。

(6)保证模具使用时的操作安全，确保模具修理、维护方便。

(7)设计时要参照热塑性塑料注塑机的规格型号及主要技术参数（相关资料），作为选择

注塑机的依据。模具应与注塑机相匹配，保证安装方便、安全可靠。

三、主要零件加工要求

(1)加工用毛坯材料为 P20，尺寸规格为 180 mm×130 mm×40 mm、180 mm×130 mm×50 mm(均已六面磨削加工)。

(2)以模具主要型腔和型芯零件作为加工任务，其形状、精度等参照模具设计的三维数模及二维工程图。

四、模具 CAE 分析要求

(1)根据提供的原始产品数据文件作为 CAE 分析的依据，并对各个不同的模具设计方案进行分析。

(2)分析结果并保存，根据分析结果优化模具设计方案，产生分析报告。

任务二　报价、签合同

一、模具报价

模具报价时，通常采用两种不同的价格处理方法，即新产品价格与老产品(相似的产品)价格。

报价前需要列出用来核算模具成本的报价单，报价单包括材料费、标准件费、辅助材料费、加工费(主要加工)、设计费、管理费、其他费用、利润、税收等。

如果该产品为老产品，则要根据以前多次制作发生的费用成本核算体系来定价。如果该产品为新产品，则可根据工程部研讨的数据进行报价。模具报价单示例见表 2-2-1。

表 2-2-1　模具报价单示例

	宁波××模具制造有限公司模具报价单 Mold Quotation Form		项目名称 Project	
			联系人 Attention	
			电话　Tel	
模具名称 Mold Specification	型腔数量 Cav.		产品零件号 Part No.	第一次试模时间 T1 time
	2			45 天
产品大小 Part Size/(mm×mm×mm)	产品质量 Part Weight/g		数据文件名 Drawing No.	
110×140×52				

续表

模具外形尺寸 Mold Size/(mm×mm×mm)	模具质量 Mold Weight/kg		模具寿命 Longevity(模)	设备吨位 Press/t
400×400×301	300		200 000	

	名称 Material	牌号 Specification	尺寸 Size/(mm×mm×mm)	质量 Weight/kg	金额 Price/元	小计 Subtotal/元
加工材料费 Machining Material Cost	模架 Mold Base	S50C	400×400×301	226.83	4 083.00	12 220.80
	型芯 Core	P20	230×220×90	35.75	893.72	
	型腔 Cavity	P20	230×220×85	33.76	844.07	
	电极 Electrode	石墨和紫铜	× ×	40.00	2 400.00	
	滑块 Slide		× ×			
	其他材料		× ×	200.00	4 000.00	
热处理费 Heat Treatment Cost	热处理名称 Item	质量 Weight/kg	单价 Unit Price/元		金额 Price/元	小计 Subtotal/元
	调质 Tempered	20	4		80.00	480.00
	淬火 Hardened	20	20		400.00	
	氮化 Nitriding					
标准件费 Standard Part Cost	名称 Item	规格型号 Specification	品牌 Supplier	数量 Number	金额 Price/元	小计 Subtotal/元
	推杆 Ejection Pin					1 500.00
	推管 Ejection Sleeve					
	水管接头 Connector					
	标准件 Standard Components				1 500.00	
	热流道 Hot Runner					
	温控器 Temp Controller					
	油缸 Hydraulic Cylinder					

续表

	名称 Item	工时 Hour/h	单价 Unit Price/元	金额 Price/元	小计 Subtotal/元
设计费 Design Cost	扫描测绘 Scanning				3 000.00
	结构设计 CAD			3 000.00	
	CAE 分析 CAE				
加工费 Manufacturing Cost	名称 Item	工时 Hour/h	单价 Unit Price/元	金额 Price/元	小计 Subtotal/元
	一般机床 Machining	50	30.00	1 500.00	10 700.00
	数控机床 CNC(雕刻机)	100	40.00	4 000.00	
	电火花 EDM	50	20.00	1 000.00	
	线切割 W/C	80	15.00	1 200.00	
	钳工 Fitting	100	30.00	3 000.00	
三坐标测量费 CMM Measure Cost	名称 Item	工时 Hour/h	单价 Unit Price/元	金额 Price/元	小计 Subtotal/元
	型腔 Cavity	3	100	300.00	600.00
	产品 Part	3	100	300.00	
其他费用 Other Fee	名称 Item	说明 Description		金额 Price/元	小计 Subtotal/元
	管理费 Managing Fee			1 000.00	10 500.00
	试模费 Trial Fee	试模费 样品		1 000.00	
	运输费 Freight Fee			500.00	
	利润 Profit	10%		3 000.00	
	税收 Tex	17%		5 000.00	
模具总价 Mold Price/元		39 000.80		38 000.00	

备注：含 ϕ12 以下的圆型芯、推杆备件 1 套

表 2-2-1 为模具详细报价单。

二、签订模具合同

模具报价后，买卖双方进行确认，签订如下合同：

××零件模具购销合约书

卖方：宁波××模具有限公司（甲方）　　买方：　　（乙方）

经买卖双方协议订立合约条款如下：

1. 买卖物的模具部分名称、数量及价格。

项目	品名	数量	金额/元（含 17%增值税发票）
1		1 套	¥ 38,000
2		1 套	¥
3		1 套	¥
4		1 套	¥
合计	（人民币）		
备注：上述款项含制造、检测、氮化热处理、材料、配件、样品等费用			

2. 交货日期：甲、乙双方协议的日期。

3. 模具费付款方式：

A. 合约订立后 10 个工作日内，乙方向甲方支付模具总费用的 50%（定金）。

B. 各送试模样 10 套，产品经乙方确认合格后，发货前乙方向甲方支付模具总费用的 40%。

C. 模具移转签收后两个月，或生产 5 000 模次或者 2 个月后，付模具总费用的 10%。

4. 保固责任。甲方应保证制造的模具在正常使用状况下至少应有 10 万模次的寿命。这套模具在使用寿命期间，一切维修、保养等其他事项均由甲方负责，甲方不得向乙方收取费用。（乙方提出设计变更而涉及模具变更的另行协商）

5. 模具款全部付清后，模具的产权归乙方所有，甲方不得有异议。

6. 交货地点：_____

运输工具、转输费、包装费等由 甲方 支付。

甲方（卖方）	乙方（买方）
公司名称：宁波××模具制造有限公司	公司名称：
公司地址：	公司地址：
法定代表人：	法定代表人：
委托代理人：	委托代理人：
电话：　　传真：	电话：　　传真：

任务三 熟悉整体设计流程（模具设计流程）

随着现代企业管理的不断发展，企业对模具设计与制造的工作流程进行了规范。塑料模具设计与制造的一般工作流程见表 2-3-1。

表 2-3-1　　塑料模具设计与制造的一般工作流程

工作内容		责任部门	备注
模具设计与制造前的资料准备分析	(1)塑件分析	模具设计部	
	(2)塑件成型工艺分析	模具设计部	
	(3)模具合同与报价	营销部	顾客参与
	(4)模具开发计划制订	生产计划部	
	(5)塑件测绘及三维造型	模具设计部	顾客参与
模具结构设计	(6)模具材料的选择	模具设计部	
	(7)型腔数量及排列方式的确定	模具设计部	
	(8)模具外形尺寸的确定	模具设计部	
	(9)选择分型面	模具设计部	
	(10)浇注系统设计	模具设计部	
	(11)塑件侧凹部分的处理	模具设计部	
	(12)推出与复位机构的设计	模具设计部	
	(13)模具成型零件设计	模具设计部	
	(14)UG 或 Pro/E 三维模具设计	模具设计部	
	(15)装配图及零件图的绘制	模具设计部	顾客参与
模具制造	(16)模具生产技术准备	生产计划部	采购部参与
	(17)模具零件的加工	模具车间	
	(18)模具装配	模具车间	
	(19)模具安装调试	模具车间	顾客确认

在模具企业中，有必要将并行工程的理念灌输到每个员工的头脑中，并在实践中切实加以贯彻。“并行工程是对产品及其相关过程(包括制造和支持过程)进行并行、一体化设计的一种系统化的工作模式。这种工作模式力图使开发者们从一开始就考虑到产品全生命周期(从概念形成到产品报废)的所有因素，包括质量、成本、进度和用户要求”。在并行工程思想的指导下，模具设计的做法可总结为：合同签订时即确认产品图；总工程师与设计人员在 1～2 天内确定模架大小并提出型腔材料备料单；在购买模架和型腔材料的同时进行模具设计和工艺准备；模架和型腔材料到位时，模具设计工作也基本结束，可以立即开始加工。

模具设计完成后，必须经过有关人员审查无误后才能投入生产。在模具图样投放的过程中要做到两点：一是模具图样的再审查；图样投入加工之前虽然已经过设计部门的检查，但难免有纰漏或与设备要求不一致的地方，需要与生产部门沟通、协调；二是模具图样和电极图样可以分批投放，不必等到整套图样全设计完后再投产。

根据模具的合同要求，制订模具设计与制造的计划，协调模具开发全过程，确保在规定的时间内生产好模具，经过验收合格后，交付给客户。所以，我们要制订好模具的生产计划表，同时要做好跟踪检查工作。

项目三 模具设计

能力目标

1. 能够使用 CAE 软件进行方案优化分析，以及对产品成型工艺方案进行调整。
2. 能进行中等复杂注塑模具的 2D、3D 设计。

知识目标

1. 掌握 CAE 模型处理、CAE 流程分析、工艺方案优化调整等知识。
2. 了解中等复杂注塑模具的结构。
3. 掌握模具设计常用软件的使用方法。

任务一 模具可制造性设计(DFM)分析

一、开模信息

产品开模信息见表 3-1-1。

表 3-1-1　　产品开模信息

项目名称	播放器上盖模具设计	模架类型	两板模
产品名称	播放器上盖	浇道形式	冷流道
塑胶材质	ABS DG-417	浇口形式	潜伏式浇口
产品单重	23.3 g	收缩率	0.5%
成型机台	280T	模腔数	一模两腔
型芯、型腔材质	HT160J2-A	表面处理	光面
模具尺寸	400 mm×400 mm×301 mm		

本任务的产品如图 3-1-1 所示。

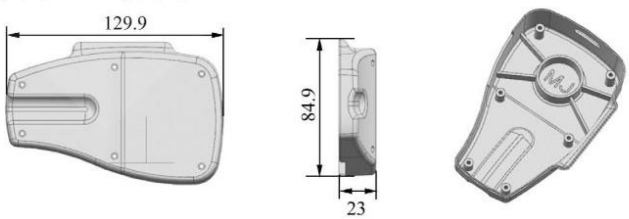


图 3-1-1　产品

二、产品脱模斜度及表面要求

(1)设计产品脱模斜度是为了使产品更好地脱模。

(2)脱模通常以减胶方式设计,以使产品质量变小,达到节约成本的目的。

(3)脱模高度在 2 mm 以上的产品都需要拔模。

(4)如果产品表面需要蚀细纹,脱模斜度就必须在 3°以上。

(5)如果产品表面需要蚀粗纹,脱模斜度就必须在 5°以上。

(6)塑料盖子分析箭头所指绿色面型芯侧 1°减胶脱模,单边减胶最大 0.026 mm,如图 3-1-2 所示。

图 3-1-2　产品拔模特征

(7)需要达到产品表面要求。

三、产品壁厚分析

(1)ABS:一般优先考虑选择的材料,其壁厚通常为 1、1.2、1.5、2、2.5、3(mm),实际选择视产品的大小和功能而定。

(2)一般热塑性塑料的壁厚设计为 1～5 mm,产品壁厚要均匀。

(3)本产品的壳体壁厚与筋位壁厚设计不均匀,如图 3-1-3 所示,会发生缩水现象,可以通过优化成型条件加以改善。

图 3-1-3　产品壁厚分析

(4)本产品的平均壁厚为 1.8 mm,最大壁厚为 2.57 mm。

四、动模与定模分型线分析

(1)分型线:是内模镶块的边界线。

(2)内模镶块:主要有型芯、凹模、滑块、斜顶等。

(3)各内模镶块有相交于产品面的边界线,称为分型线。

(4)分型线的选择原则:

①塑件外形最大轮廓,否则产品就取不出;

②有利于塑件的顺利脱模,防止其停留在定模;

③有利于保证塑件的精度要求;

④满足产品的外观质量要求;

⑤便于模具的加工制造。

(5)本产品的分型线如图 3-1-4 所示。

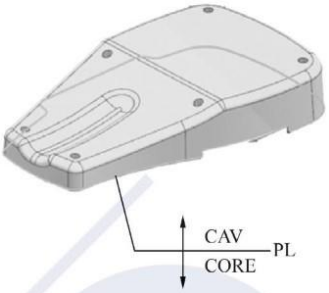


图 3-1-4 产品分型线

五、滑块痕迹线

滑块痕迹线处有轻微段差,如图 3-1-5 所示。

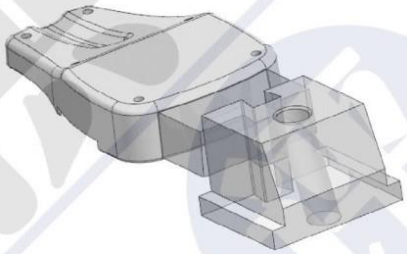


图 3-1-5 滑块痕迹线

六、滑块设计分析

(1)本产品的滑块结构如图 3-1-6 所示,滑出行程 $S=4$ mm,滑块角度 13°。

(2)滑块尺寸关系如图 3-1-7 所示,c 为斜导柱所需长度,b 为开模所需高度,S 为滑出行程,α、β 为斜导柱角度。

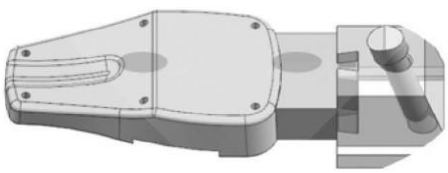
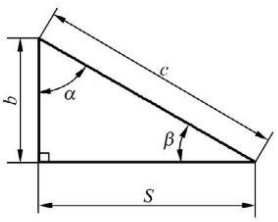


图 3-1-6 滑块结构



$c=b/\cos\alpha$ 或 $c=b/\sin\beta$

图 3-1-7 滑块尺寸关系

七、浇口类型及位置分析

(1)本产品采用冷流道潜伏式浇口，如图 3-1-8 所示。

(2)浇口直径为 2 mm，主流道直径为 6 mm，如图 3-1-9 所示。

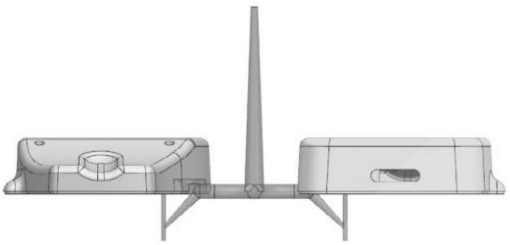


图 3-1-8　流道系统

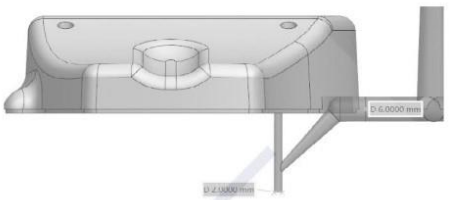


图 3-1-9　浇口的形状及大小

八、推出方式

(1)本产品采用推管顶出，如图 3-1-10 所示。

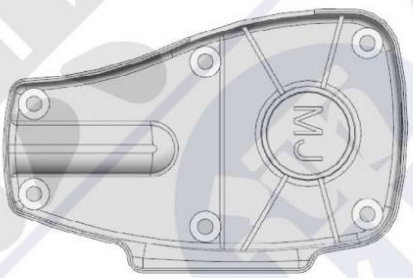


图 3-1-10　推出结构

(2)本产品推出结构的类型有推杆推出、推块推出、斜顶推出、推板推出和气顶推出。

九、布局图

本产品的模具布局图如图 3-1-11 所示，模架大小为 400 mm×400 mm。

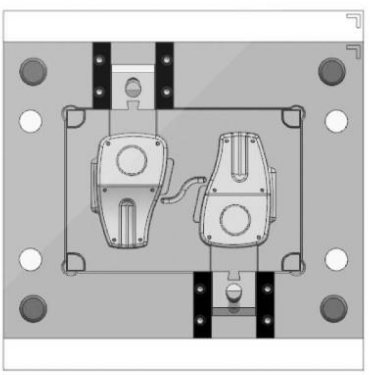


图 3-1-11　模具布局图

任务二 模具方案的确定及 CAE 分析

一、CAE 模型处理

1. 产品模型 UG 前期处理

利用 UG 软件打开产品 CP_03，如图 3-2-1 所示。

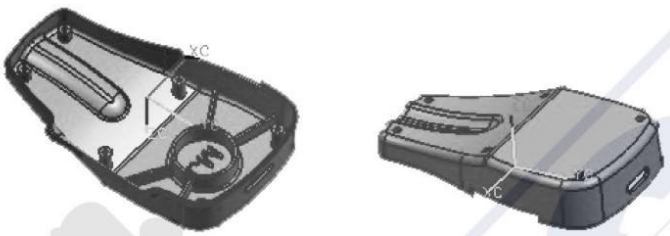


图 3-2-1　产品内、外侧展示

(1)设置产品收缩率

进入 UG 软件【建模】，选择【HB_MOULD M6.4】—【模具特征建模】—【缩水率】，设置产品材料为 ABS，收缩率为 1.005，将 CAE 模型放大 1.005 倍，如图 3-2-2 所示。

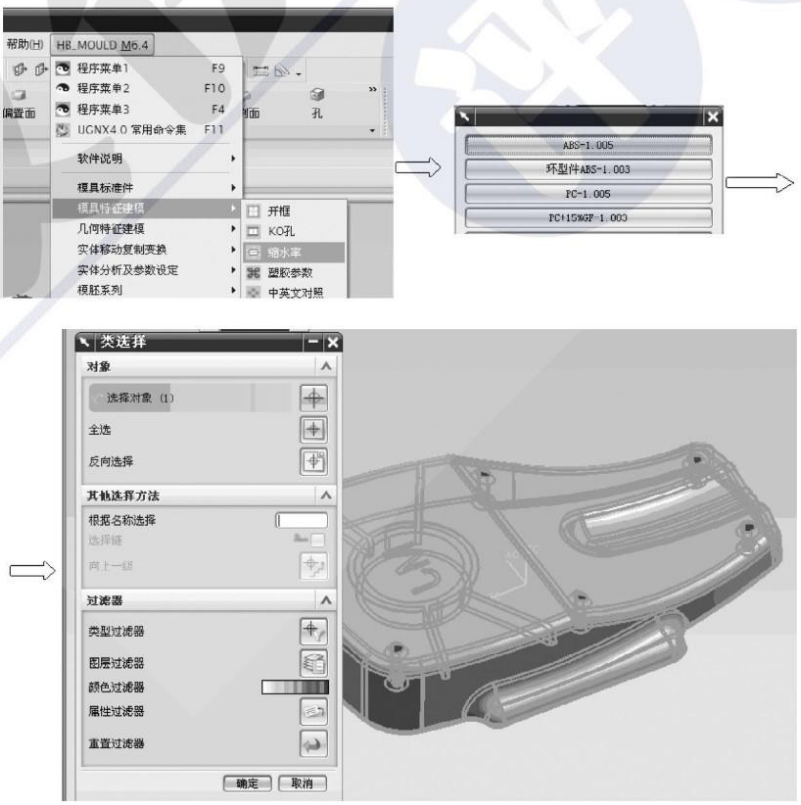


图 3-2-2　设置产品收缩率

(2)去除模型小孔、小圆角及薄壁台阶

分析模型中，直径小于 1 mm、圆角小于 1 mm、壁厚小于 0.5 mm 的筋位和台阶应去除。

进入 UG 软件【加工】，选择【分析】—【NC 助理】，设置圆角半径为 1 mm，将 CAE 模型放大 1.005 倍，如图 3-2-3 所示。

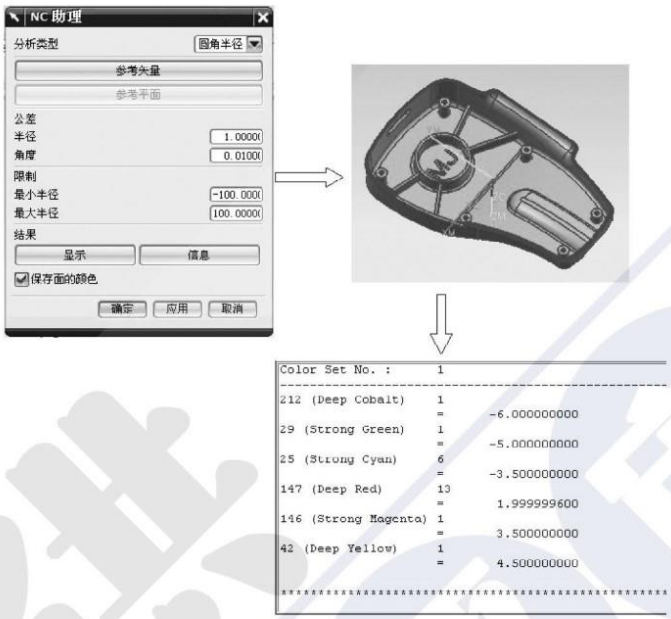


图 3-2-3　去除模型小孔及小圆角

(3)进入 UG 软件【建模】，选择【分析】—【一步可成形性分析】，检测产品壁厚，如图 3-2-4 所示。

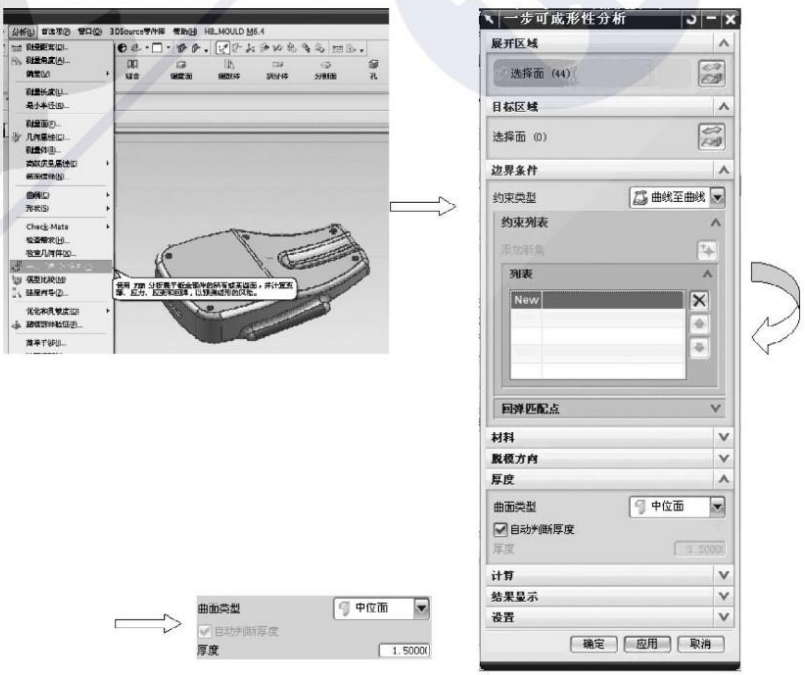


图 3-2-4　检测产品壁厚

2. 模型输出

将产品处理好后输出为 Moldflow MPI 可接受的 *.stl 格式文件。

在 UG 软件建模界面选择【文件】—【导出】—【STL】，如图 3-2-5 所示。

图 3-2-5　模型输出 STL 格式

二、CAE 网格模型前期处理

开启 CAE 软件 Autodesk Moldflow Synergy 2012，如图 3-2-6 所示。

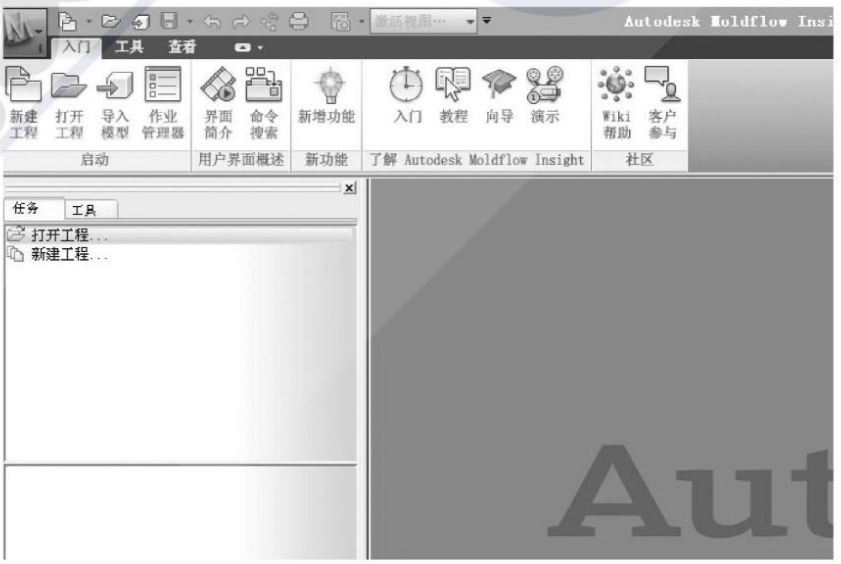


图 3-2-6　Autodesk Moldflow Synergy 2012 操作界面

1. 产品模型导入

单击【导入模型】，如图 3-2-7 所示。

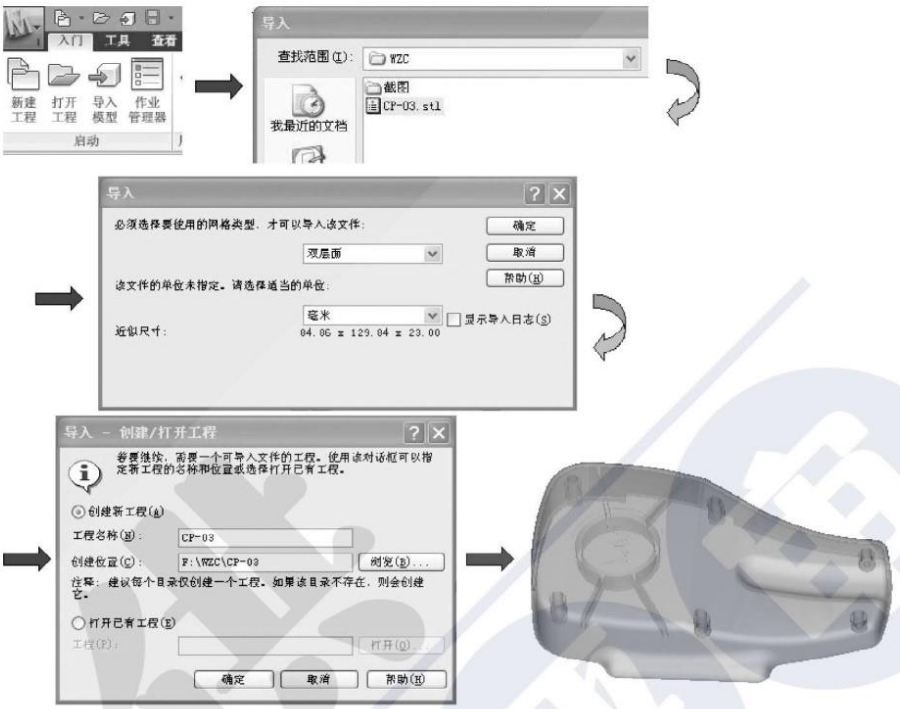


图 3-2-7　将模型导入 Moldflow

2. 模型位置调整

选择【几何】—【移动】—【旋转】/【平移】，将模型调整为模具预设方案的方位，如图 3-2-8 所示。

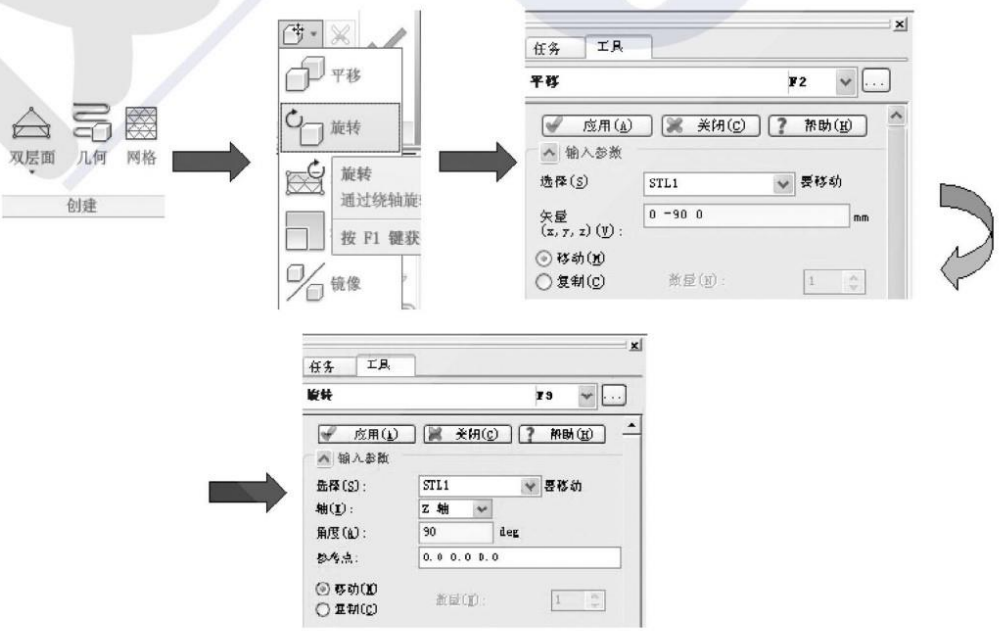


图 3-2-8　模型操作

3. CAE 网格划分

(1)对于双层面网格,应根据产品形状、大小及壁厚特点进行网格划分和网格模型修补。双击【创建网格】,进入网格划分管理器,设置网格边长为自动大小 4.48 mm,在 2.5 倍壁厚范围内进行网格划分,并将网格节点置于网格层内,以便单独管理及查看,如图 3-2-9 所示。

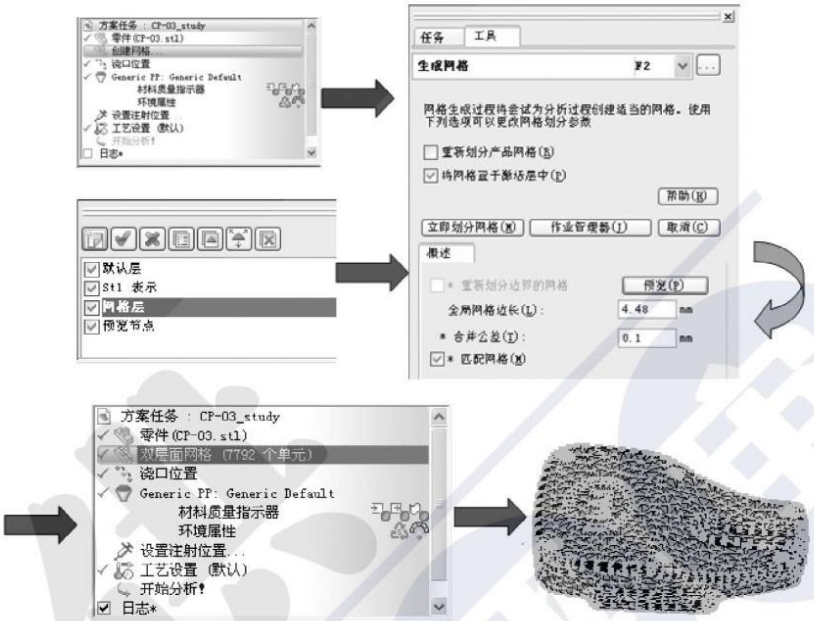


图 3-2-9 网格初步划分

(2)对初步划分后的模型网格进行检查。选择【网格】—【网格统计】,检查结果如图 3-2-10 所示。

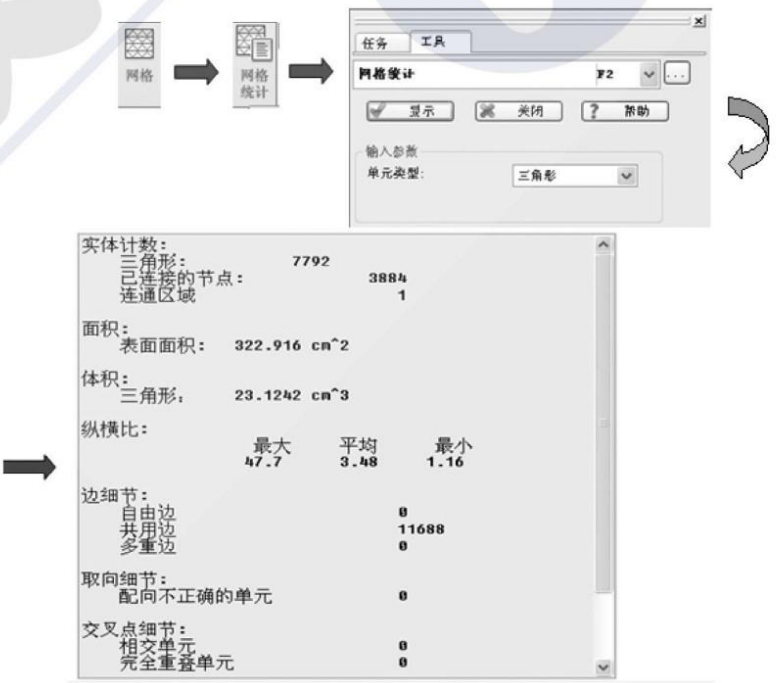


图 3-2-10 网格统计

(3)单击【纵横比】,设置纵横比最小值为 7.5 倍壁厚值,检查结果如图 3-2-11 所示。

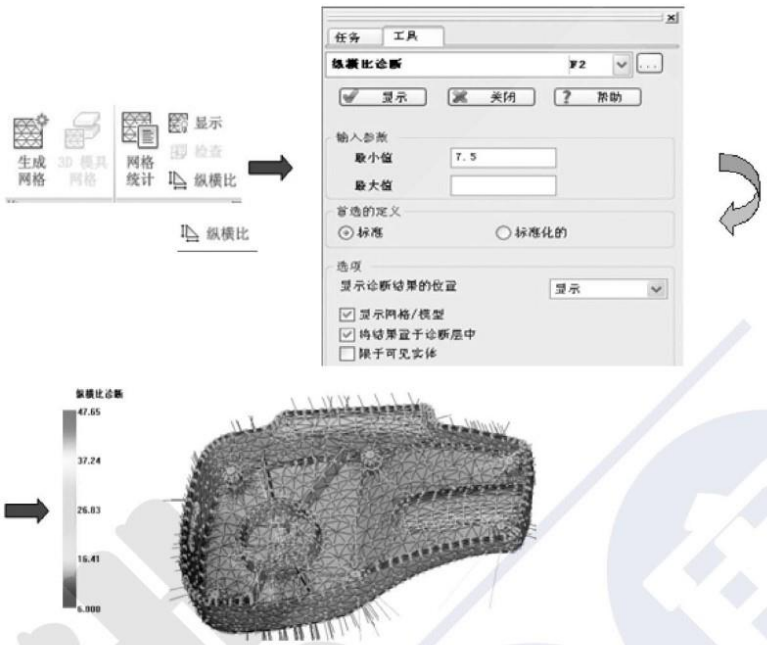


图 3-2-11　纵横比检查

(4)单击【网格修复向导】,将网格进行自动修复,如图 3-2-12 所示。

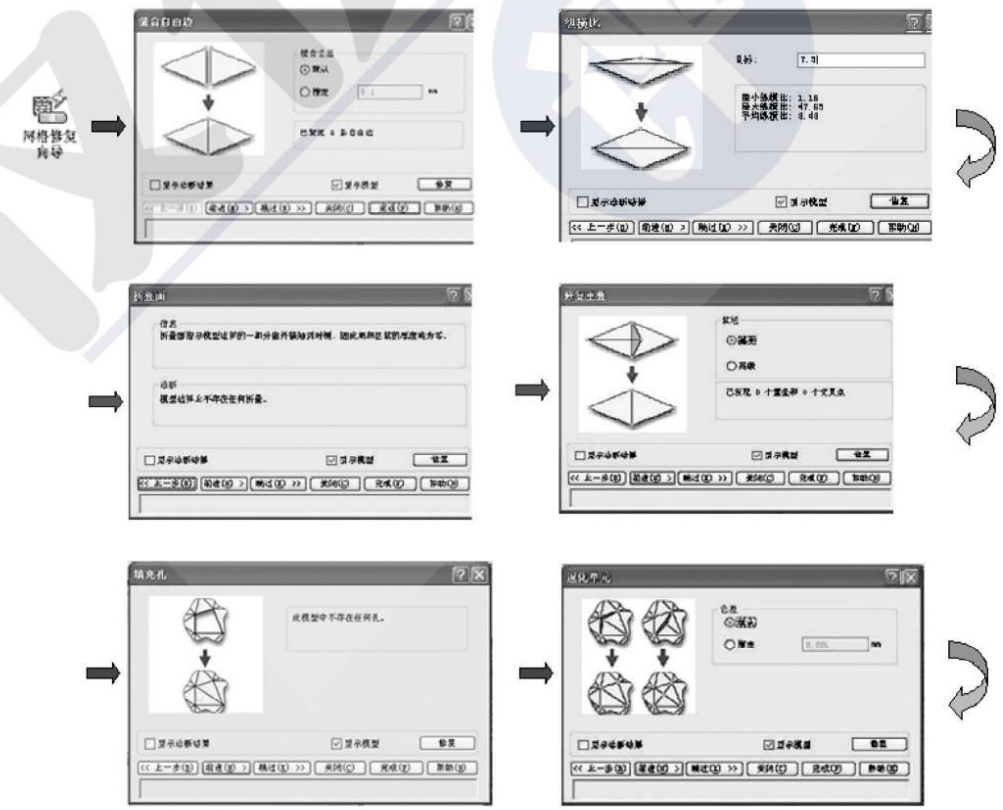


图 3-2-12　网格自动修复

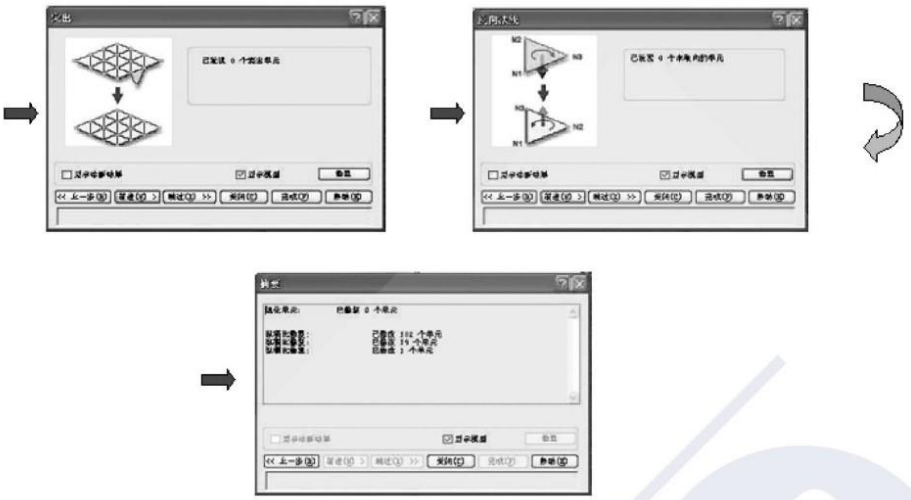


图 3-2-12　网格自动修复(续)

(5)单击【网格】,利用网格修补工具,对网格进行手工调整和修补,如图 3-2-13 所示,修补好后统计结果检查。

图 3-2-13　网格手工修复

(6)选择【网格】工具栏，进行厚度、匹配性、自由边、取向等检查和调整，如图 3-2-14 所示。

图 3-2-14　网格属性手工修复

三、CAE 分析

1. CAE 流程分析

如图 3-2-15 所示，针对该产品，其流程分析思路为：

(1)原始最佳浇口位置分析；

(2)实际工艺限制性浇口位置优化；

(3)工艺优化浇口位置成型窗口；

(4)充填工艺可行性分析；

(5)充填和冷却工艺性能分析；

(6)结合注塑机进行成型工艺参数优化调整分析。

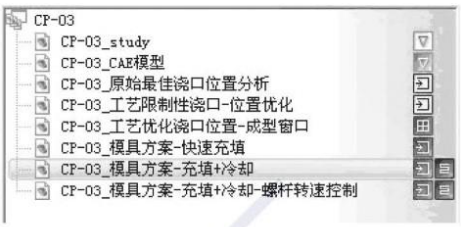


图 3-2-15　整体分析流程

2. 原始最佳浇口位置分析

模型处理后，分析序列如图 3-2-16 所示。

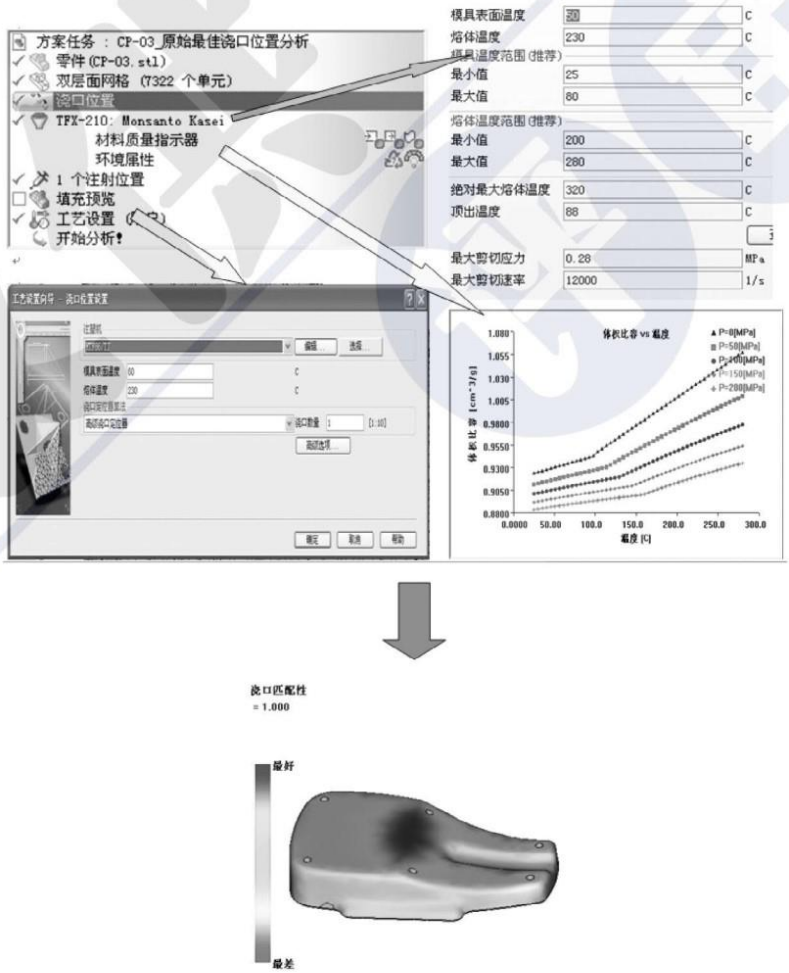


图 3-2-16　原始最佳浇口位置分析

(1)实际工艺限制性浇口位置优化

选择 CP_03.prt 文件作为 CAE 模型，结合客户对模具设计方案的要求，设置浇口开设限制性区域。选择【边界条件】—【限制性浇口节点】，设置非浇口开设区域，找出限制区域外的最佳浇口位置，如图 3-2-17 所示。

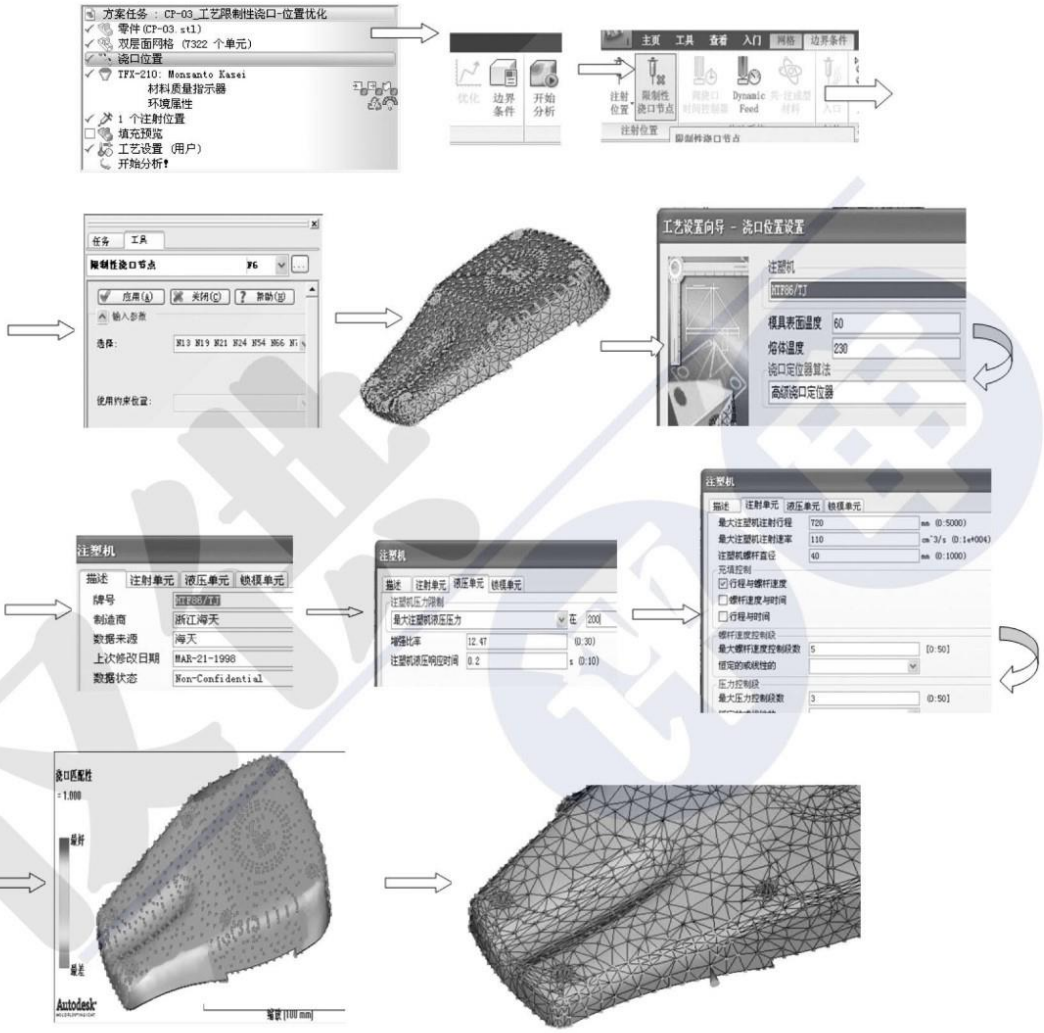


图 3-2-17　找出限制性最佳浇口位置

(2)工艺优化浇口位置成型窗口

将工艺限制性浇口位置优化后进行工艺成型可行性窗口优化分析，得出成型基本工艺参数，如图 3-2-18 所示。

3. 充填工艺可行性分析

建立一模两腔方案，通过几何命令中的流道系统进行快速充填分析，如图 3-2-19 所示。

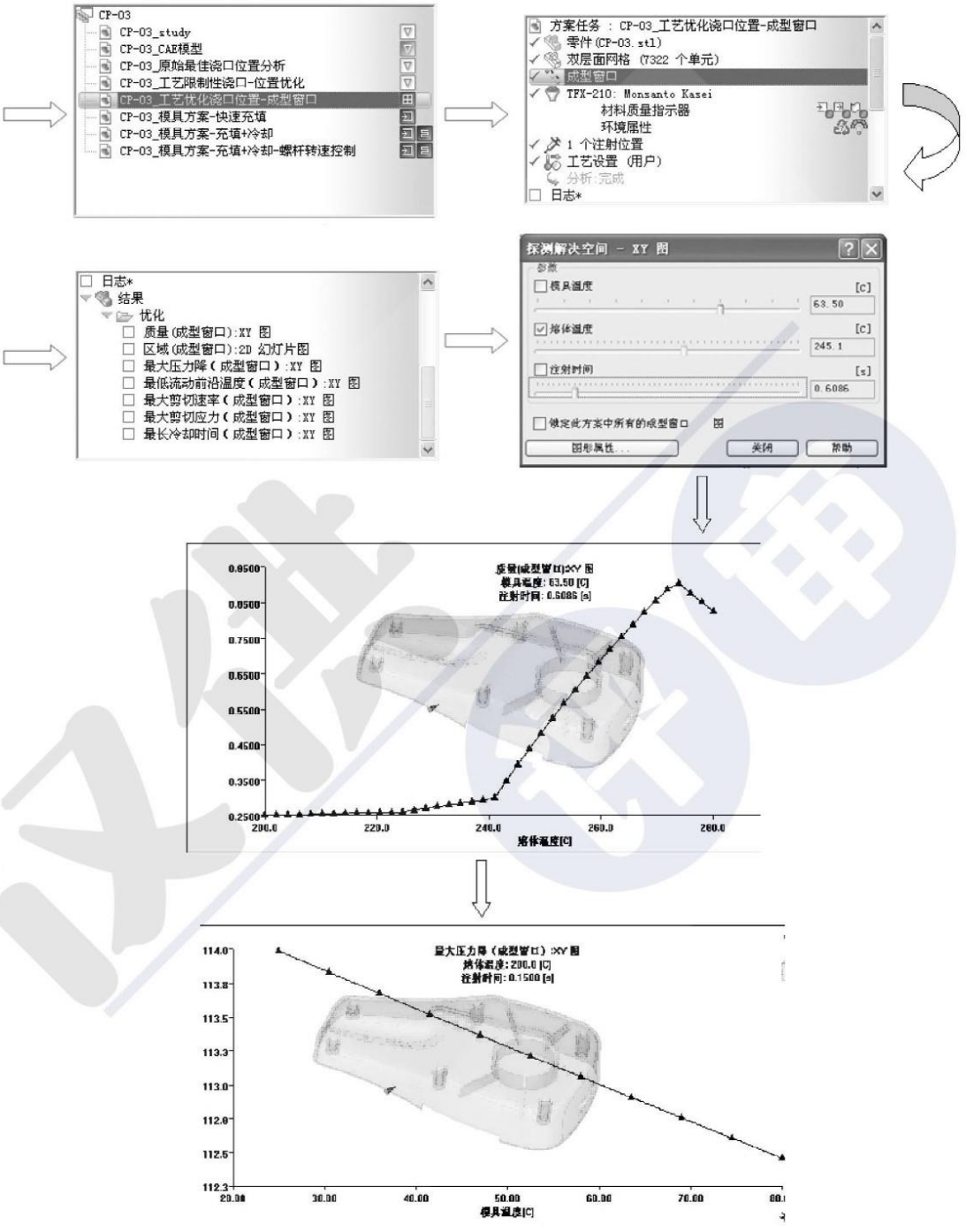
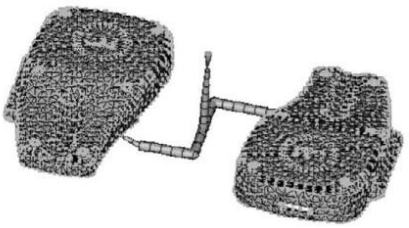
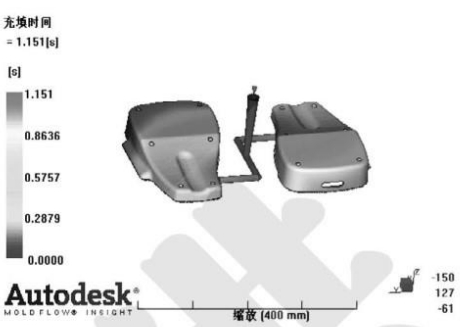
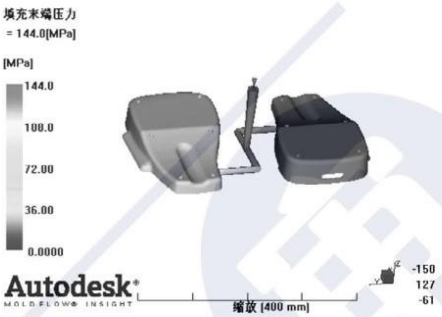


图 3-2-18　成型窗口优化







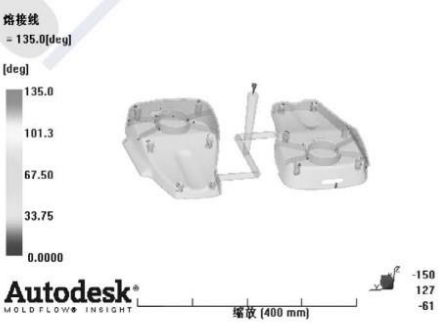


图 3-2-19　快速充填分析

4. 工艺方案优化调整

(1)以注塑时间控制方式

结合模具方案，建立一模两腔方案，通过几何命令中的冷却回路构建水路，进行充填分析和冷却分析，如图 3-2-20 所示。

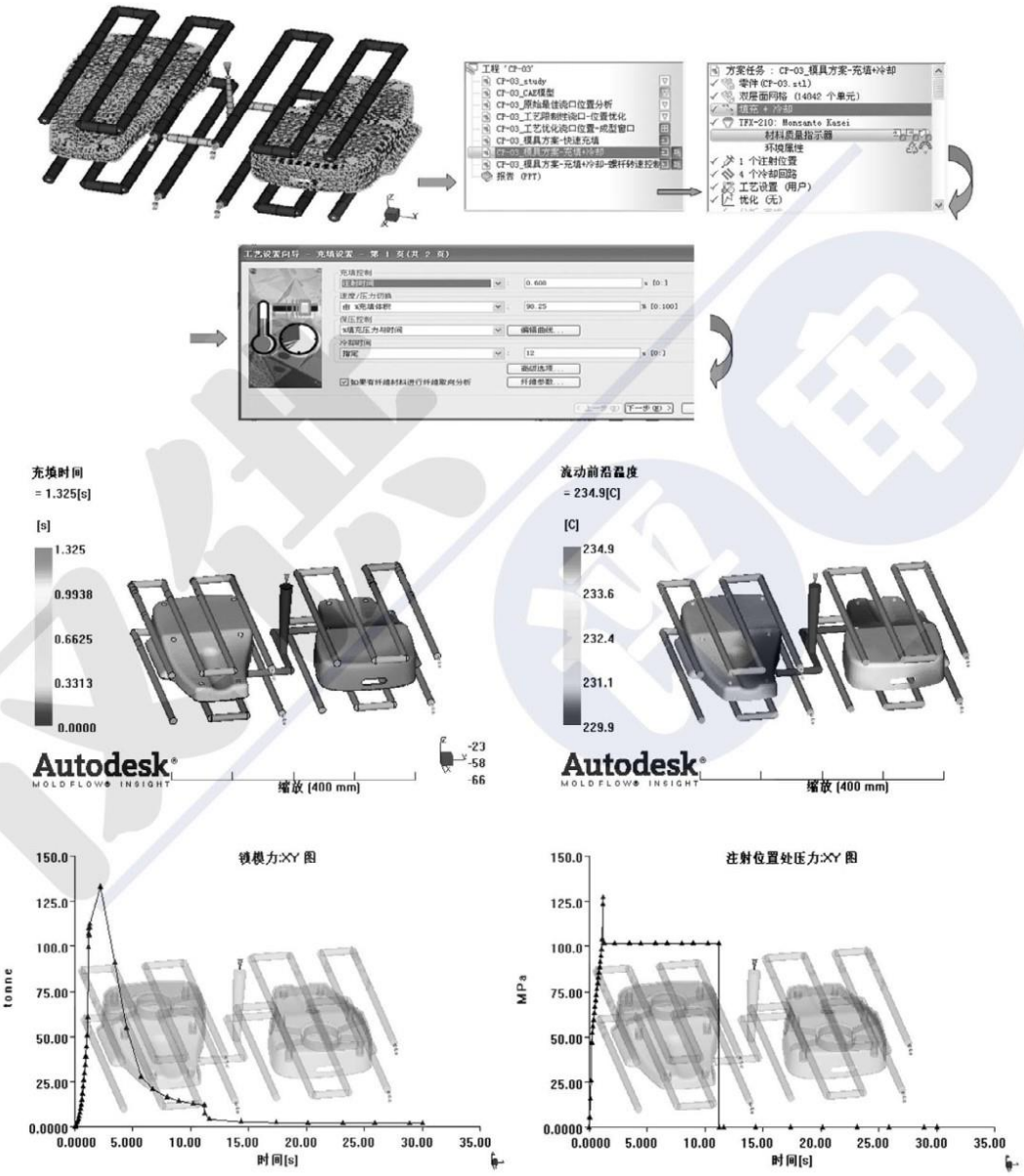


图 3-2-20 时间控制成型工艺优化

(2)以实际螺杆控制方式

结合模具方案和注塑机，以控制注塑机螺杆方式进行充填分析和冷却分析，如图 3-2-21 所示。

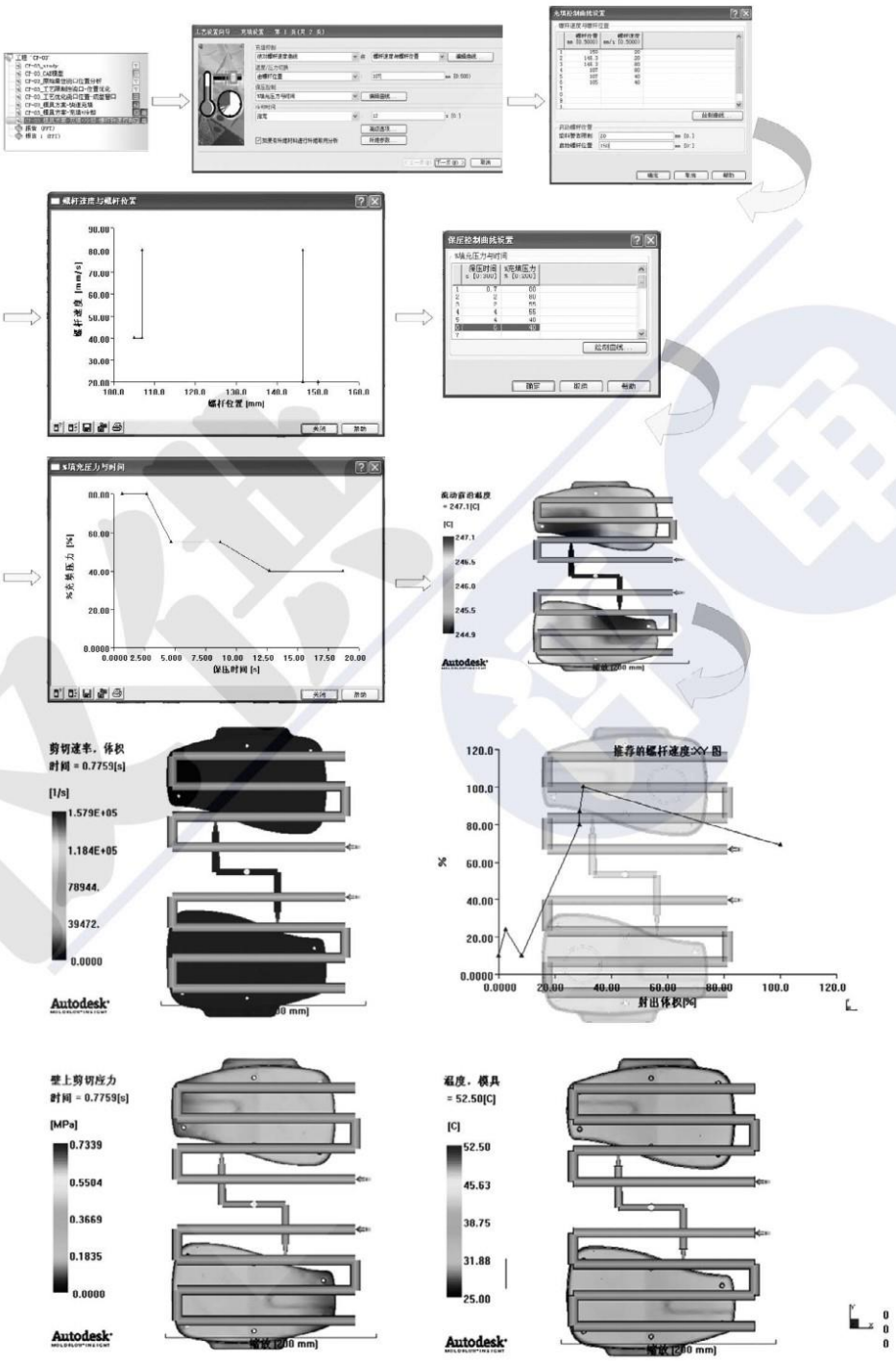


图 3-2-21　螺杆位置控制优化

5. 报告输出

报告输出步骤如图 3-2-22 所示。

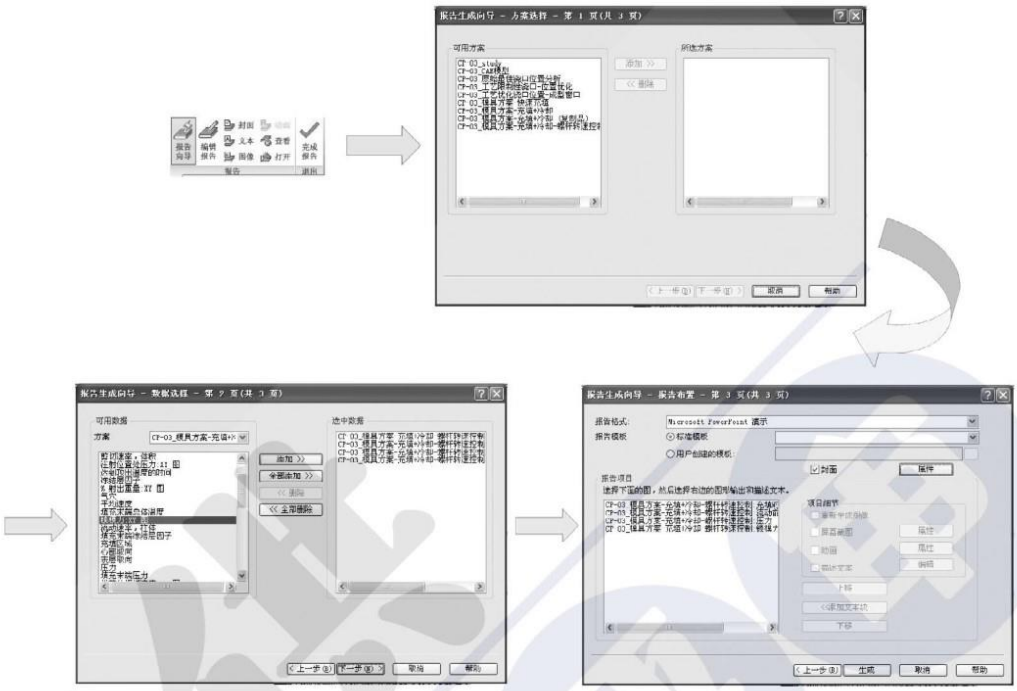


图 3-2-22　报告输出

任务三 2D 布局设计

一、设计任务

在接到模具设计任务并在进行模具设计前，工程师必须对产品结构、塑料性能、成型加工工艺进行分析，以便设计出来的模具方便加工，利于生产，寿命更长。同时，对模具的设计方案要做可行性分析报告。

本任务将以常见的塑料产品——塑料盖为例，讲述注塑模具结构设计的整个流程，并在整个操作过程中要求读者全面掌握模具设计的核心技术。下面我们根据项目二有关产品的要求进行设计分析。

二、设计思路分析

塑料盖模具结构设计的思路是：调用产品视图—拆分定、动模—模型 3D 布局—创建内模镶块—调用模架—装配内模镶块—浇注系统设计—顶出系统设计—冷却系统设计—调用标准件。

模具设计依据就是客户产品图样及样板，设计人员必须对产品图样及样板进行详细的

分析与消化。其内容包括以下几方面：

- 制品的几何形状。
- 制品的尺寸、公差和设计基准。
- 制品的技术要求。
- 制品所用塑料的名称及牌号。
- 制品的表面质量要求。

在进行模具设计之前要对塑料产品进行详细的分析与消化。塑料产品包罗万象，各行各业对各种性能的塑料都有着各自不同的需求。

表面要求很高的产品：如计算机面板壳、数码相机壳、手机壳、U 盘壳、微波炉壳等。

功能要求很高的产品：如各种电器、电子类产品的支架、主壳、食品类塑料件、医用类塑料件等。

强度要求很高的产品：如汽车车灯壳、各种镜片、名牌产品塑料件等。

耐磨度要求很高的产品：如各种齿轮、转轴、滑配塑料件、转动类塑料件等。

抛光要求很高的产品：如光学镜片、手机镜片、仪表镜片、手机侧键、按键、旋钮等。

产量要求很大的产品：如电话机壳、耳塞主体、存储器壳、玩具、生活日用品等。

价格要求越低越好而对质量要求却很一般的产品：如杯子类、盘类、桶类、玩具类、低档笔类、工艺类塑料件等。

精度要求较高的产品：如摄像机、数码相机、接插件、名牌产品塑料件等。

因为塑料产品的要求不同，其价格也就大不相同，产量也不同，这些都会影响到模具材料的选择。另外，客户给出的模具价格也会直接影响到模具材料的选择。无论条件怎样变化，作为塑料模具设计人员，必须清楚其中的利害关系，否则就很难选好模具材料。此外，我们还必须清楚钢材的热处理和表面处理，弄清楚其用途和功能。可将塑料模具中常用的钢材分为三大层面：

(1)针对要求不高的模具

通常用在相对要求不高的模具上的材料有以下几种：

①S50C，也称王牌钢，与 45 钢同级，硬度为 170～220HB，不耐磨且易变形，会生锈。它几乎是塑料模具里最低等的模具材料，常用在不和塑料直接接触的地方，如锲紧块、定位环、限位钉、压块、挤模块、复位机构、垃圾钉、封水块、锁模片等。如果模具属于很低档次的，也可以直接用作型芯、滑块镶件等。

②进口 P20 料、进口 618 料、738 料、2311 料、2312 料、638 料、MUP 料、PX88 料。这些材料同属一个档次，硬度为 270～330HB，硬度稍差，抛光性能一般，不能抛到镜面要求，不耐磨且会生锈。这种材料的应用分为两种场合：

- 当模具属于高要求、高精度、高产量时，这些材料只能当作副料来使用，通常用在滑块座、滑块压板、锲紧块、没有插碰穿的小镶件、复位机构、压块、挤模块、非标准浇口套等。
- 当模具属于中低档要求时，这些材料可以当作主钢料来使用；通常用于滑块、凹模、型芯、斜推杆等，此时模具的总使用寿命在 10 万～30 万次以下，如油桶、水桶、菜篮、低档水杯、产品内部件、玩具、低档收录机、遥控器、电器开关、电器壳等。

(2)针对要求较高的模具

通常用在质量要求较高、表面要求较高、产量较大的模具上作为主要模具钢材来使用

的有：

①进口 718 料、进口 718H 料、NAK55 料、NAK80 料、DC53 料、SKD61 料、2083H 料、2316 料、2316H 料、2510 料、DF2 料等。这些材料属于一个档次，硬度为 35～42HRC。如果出厂材料硬度不够，则多数都要求进行淬硬处理，淬硬后的硬度为 48～53HRC，这些材料硬度够，材料晶粒较细，可以达到除光学镜面要求之外的镜面要求，在一般环境下不会生锈且耐磨。这些材料都可以作为模具的主要材料来使用，通常用于制作凹模、动模型芯、斜推杆、滑块、有插碰要求的小型芯等。它们是应用得最为广泛的材料，目前，这些材料在模具主要材料的应用上占 70%～80%，应了解和认识这些材料的具体性能特点、价格、寿命等。在将这些材料作为主材料的情况下，模具使用寿命通常可以保证为 30 万～100 万次，具体情况要视具体的模具结构而定。通常插穿小型芯、斜推杆、滑块是影响模具寿命的主要原因。在没有插穿零件、碰穿零件、小斜推杆、小滑块的情况下，模具使用寿命甚至可达 200 万次。

②进口 S136 料、进口 S136H 料、PAK90 料、8407 料、S336 料、236H 料等。这些材料同属一个档次，硬度为 290～330HB。这些材料通常都要进行淬硬处理，淬硬后的硬度为 48～56HRC。这些材料都属于特种材料，晶粒特细，可以达到光学镜面的要求，而且都是耐蚀的、耐磨的，并且不会生锈。对那些酸性高、腐蚀性强的塑胶料，如 PVC、POM 等的应用效果较理想，对高镜面要求的 PMMA、透明 ABS、PS、PP 等也是非常适用的，但因为其价格较贵，所以设计和选择时要倍加小心。所有这些材料都可以作为塑料模具的主要材料来使用，寿命通常可以保证为 30 万～100 万次，在没有插穿零件、碰穿零件、小斜推杆、小滑块的情况下，甚至可达 200 万次。

(3)针对有特殊要求的模具

通常用在较特殊的场合，属于特种要求的模具钢材料有 V10 料、PORCERAXⅡPM-35 料、MOLDMAXMM40 料、HIT75 MOD 料等。这些材料同属一个档次，而且都属于超特种模具材料，是高硬度合金铍铜、透气钢。铍铜能快速冷却，并且自身传热快，适用于较难冷却的超长型芯及小型芯。透气钢可以在难以排气的模具上使用，但价格较高，达到每千克数百元甚至上千元，故应慎用。

由于本产品表面为光面，要求一般，考虑生产数量，所以凹模材料选择 P20。

1. 调用产品视图

如图 3-3-1 所示为塑料盖产品图。

2. 拆分定、动模

拆分定、动模是把定模型腔和动模型芯的外形轮廓线画出来，以便布局之用。拆分定、动模时可在图 3-3-1 所示的产品图上删掉多余的内部线条，只留下外形轮廓线即可，如图 3-3-2 所示为拆分后的定、动模。

3. 模型的布局

产品在模具中应以最佳效果形式排列，要考虑流道最短原则、温度平衡原则、压力平衡原则和进料平衡原则。一般的制品之间的距离为 15～30 mm。此塑料盖为小件产品，其成品之间的距离为 15～25 mm 即可，但考虑到两成品中间有流道，所以此距离要加宽，后面将有详细讲述。如图 3-3-3 所示为模型布局效果。

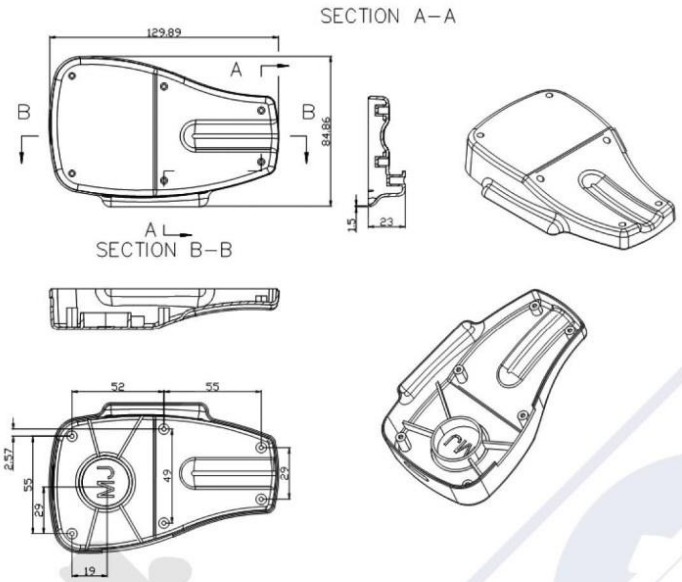


图 3-3-1　塑料盖产品

图 3-3-2　拆分后的定、动模

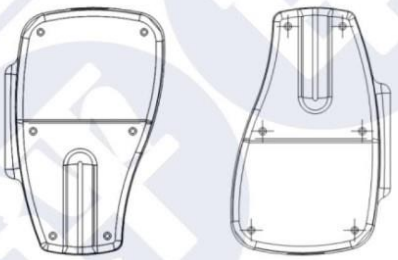


图 3-3-3　模型布局效果

4. 创建凹模

创建凹模的过程就是选取产品分型面并把制品的型芯和凹模分开的过程。在此过程中，产品分型面的选取至关重要，其选取原则是：

(1)不影响产品的外观，尤其是对外观有明确要求的产品。

(2)有利于保证产品的精度。

(3)有利于模具的加工，特别是模架的加工。

(4)有利于浇注系统、排气系统、冷却系统的设计。

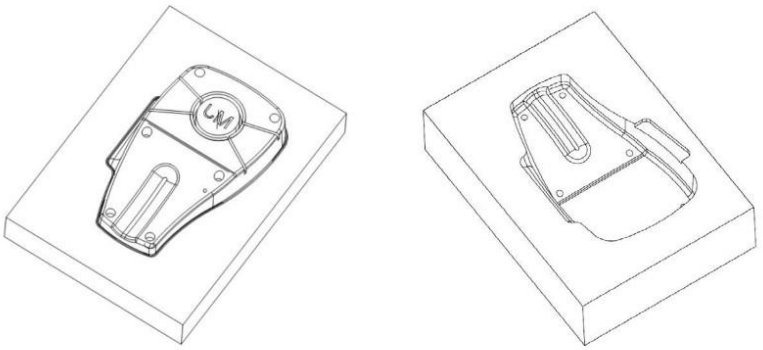
(5)有利于产品的脱模，确保在开模时产品留在动模一侧。

(6)方便金属型芯的安装。

如图 3-3-4 所示为塑料盖的型芯和凹模。

5. 调用模架

一般来说，要尽量选用标准模架(例如 LKM 标准或鸿丰标准)。下面就是直接从燕秀工具箱中的【模架库总汇】里面调用 LKM 标准模架，如图 3-3-5 所示。



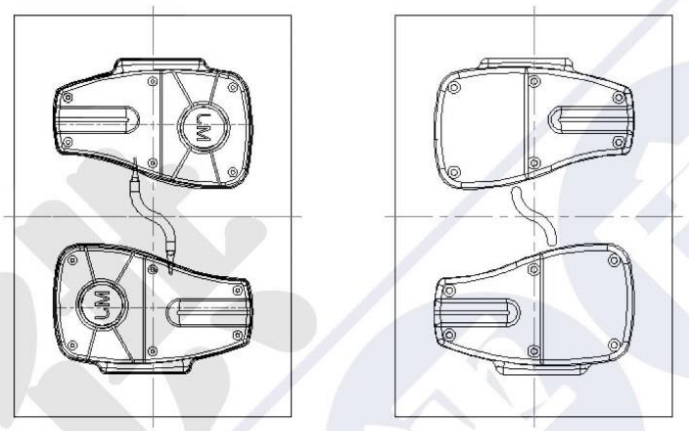


图 3-3-4　型芯和凹模

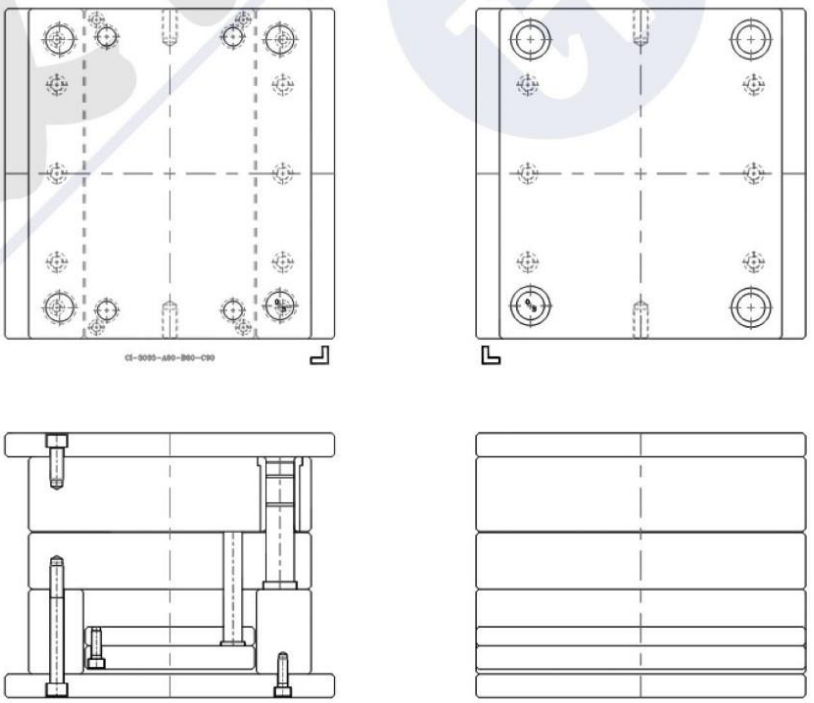


图 3-3-5　LKM 标准模架

重点提示

在选用标准模架时，大水口模架在 2 750 mm 以上的，定模板厚度应为凹模的深度加25～35 mm，动模板厚度应为凹模的深度加 50～70 mm；模架在 2 525 mm 以下的，定模板厚度应为凹模的深度加 25～30 mm，动模板厚度应为凹模的深度加 50～60 mm。这些都是实践经验数据，详细的参数可以参照相关的参考文献。

6. 装配凹模、型芯

装配凹模、型芯就是把凹模、型芯各个视图以中心位置对齐装入模架中，以便能够清晰地显示分型面的位置，为设计浇注系统、冷却系统做准备，如图 3-3-6 所示。

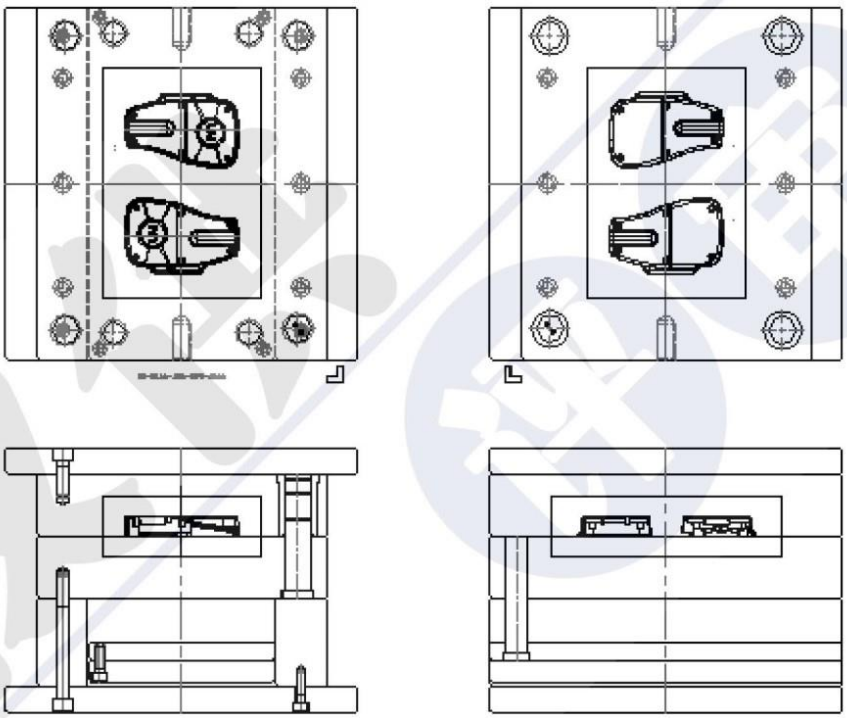


图 3-3-6　装配凹模、型芯

7. 浇注系统的设计

浇注系统的设计主要包括主流道的选择、分流道的截面形状与尺寸确定、浇口位置的选择以及浇口形式、浇口截面形状与尺寸的确定。

设计浇注系统时，首先应考虑使塑料能够迅速充满型腔，尽量减少压力与热量的损失，其次再从经济上考虑，尽量减小由于流道而产生的废料比例，最后考虑要使浇口痕迹容易去除。设计完成的浇注系统如图 3-3-7 所示。

8. 镶件的设计

模具采用镶件结构有优点也有缺点，其优点是：

- 简化加工程序，提高效率。
- 方便加工，方便热处理，方便排气。

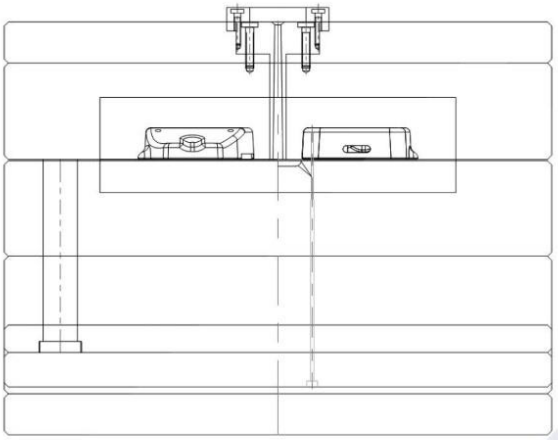


图 3-3-7　设计完成的浇注系统

- 便于维修、更换、改模。
- 节约成本，节约材料。

其缺点是：镶件数量太多会影响模具强度。

此产品采用镶件结构的原因是：针对易损坏的碰穿区域可进行方便的替换。镶件的设计如图 3-3-8 所示。

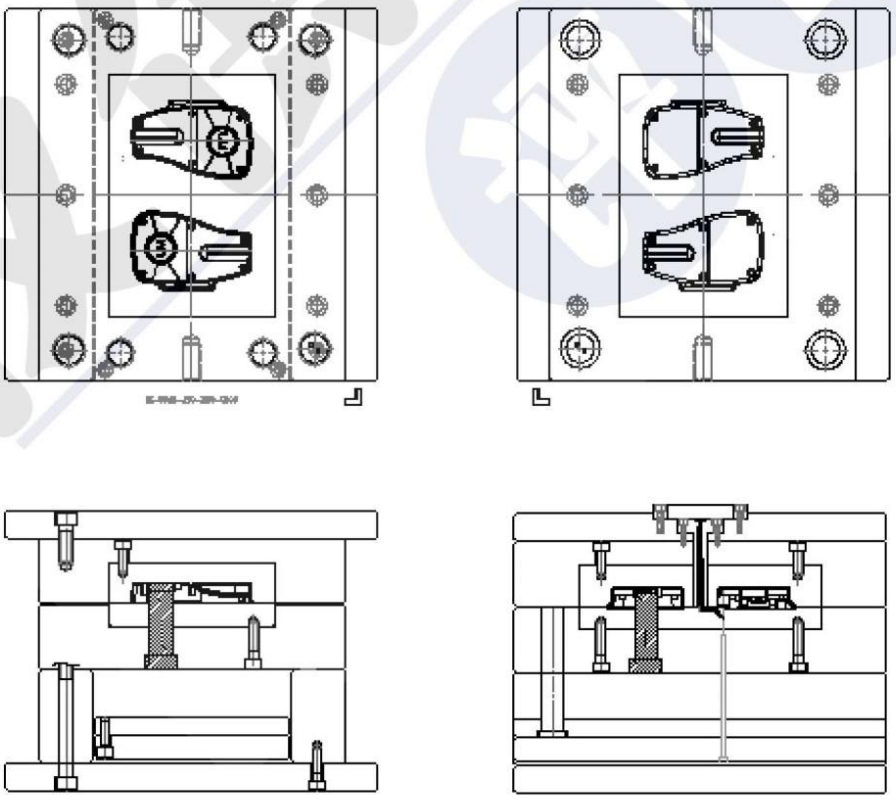


图 3-3-8　镶件的设计

9. 推出系统设计

产品的推出是注塑成型中的最后一个环节，推出系统设计的质量好坏将最终决定产品

质量的好坏。本产品的推出系统设计如图 3-3-9 所示。

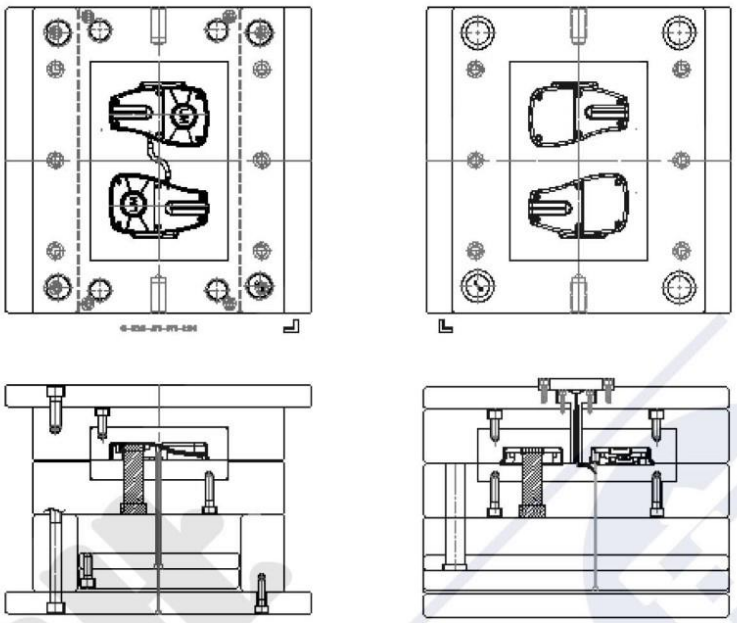


图 3-3-9　推出系统设计

10. 冷却系统设计

在模具中设计温度调节系统的目的，就是通过控制模温，使注塑成型具有较好的制品质量和较高的生产率。本产品的冷却系统设计如图 3-3-10 所示。

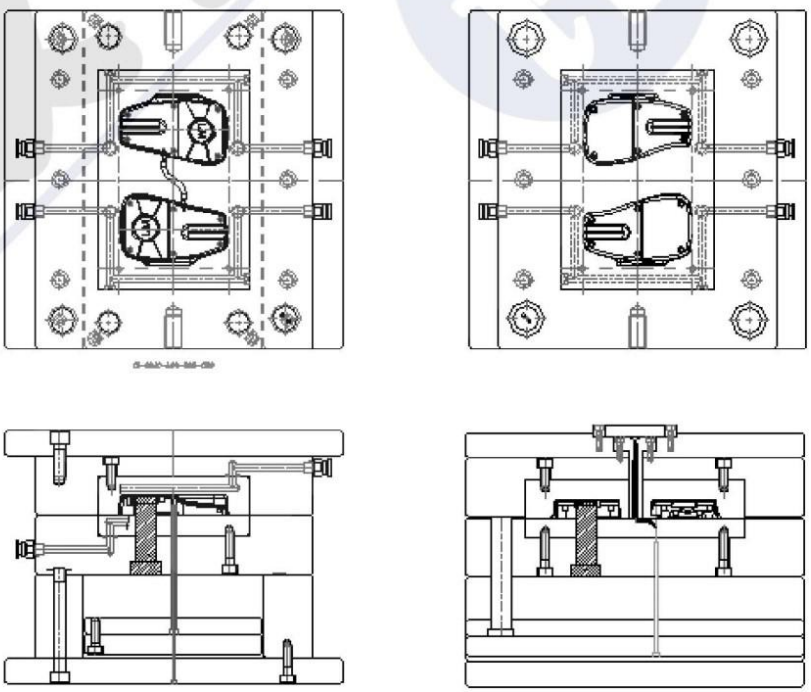


图 3-3-10　冷却系统设计

重点提示

冷却系统的设计原则是水道尽量靠近型腔表面，且彼此到型腔表面的距离尽量相等，以加强冷却并保持模温均匀。

11. 紧固件设计

把固定内模镶块、浇口套的螺钉从燕秀工具箱的【标准零件库】中调出，并以中心对齐方式插到模架中。本产品的紧固件设计如图 3-3-11 所示。

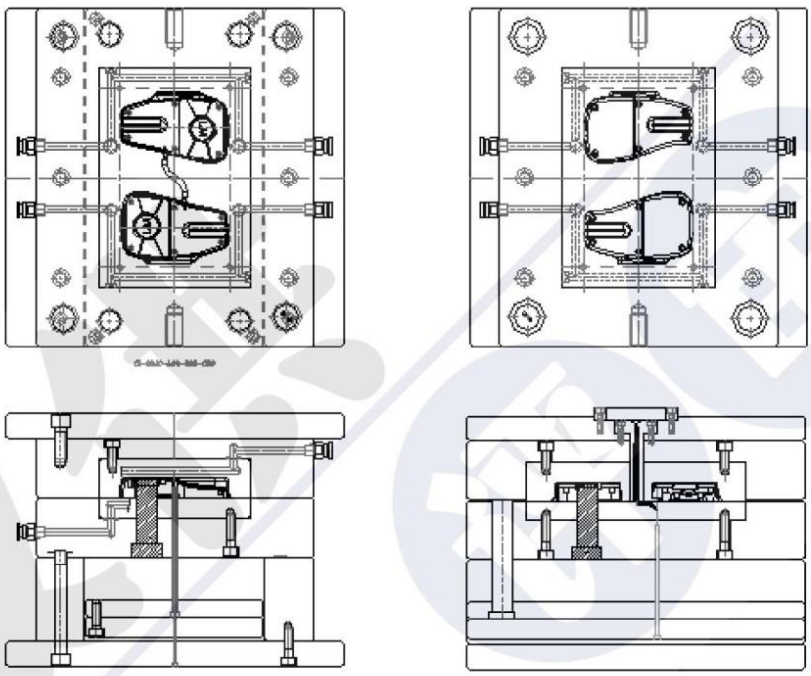


图 3-3-11　紧固件设计

三、设置产品收缩率

一般的塑胶产品都是经过注塑机高温高压把塑胶注射到模具型腔里面，然后再冷却成型的。由于刚注塑出来的产品带有一定的温度，在室温下存放一段时间后，产品的尺寸会缩小(热胀冷缩的原理)，所以设计模型之前，模具设计师必须考虑材料的收缩并按比例增大参照模型的尺寸，以保证常温下的产品尺寸和图样尺寸最为接近。

在 UG 软件中对塑料产品进行模具设计时，首先要设置产品收缩率，否则得不到尺寸合格的产品。

重点提示

不同的塑料具有不同的收缩率，塑料的收缩率可通过查询相关资料得知，也可以向塑料的供应商直接索取。本例模型使用的材料为 ABS，其收缩率为 0.29%～0.76%，在实际工厂生产中取其平均值为 0.5%。

四、模具成型结构设计

一般来说，模具成型结构设计包括分型面设计（抽取分模线）、排位设计、镶件设计和型芯、凹模设计等工作，下面逐步详细地介绍其操作过程。

1. 抽取凸凹模轮廓线

抽取凸凹模轮廓线的过程就是把产品图拆分为动、定模的过程，确定哪些特征留动模，哪些特征留定模。整个过程如下：

(1)在三维建模软件中将产品的定模部分进行投影，然后导出为 2D 图档，在 AutoCAD 中进行编辑。导出的定模轮廓线如图 3-3-12 所示。

(2)在三维建模软件中将产品的动模部分进行投影，然后导出为 2D 图档，在 AutoCAD 中进行编辑。导出的动模轮廓线如图 3-3-13 所示。

图 3-3-12　定模轮廓线

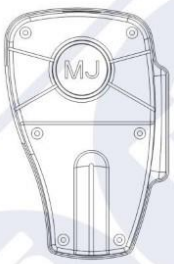


图 3-3-13　动模轮廓线

2. 布局设计

型腔布局也称排位。一模多腔的布局在通常情况下是对产品的主视图、俯视图、侧视图进行布局，模具型腔的数量主要是根据产品的投影面积、几何形状（有无抽芯）、产品精度和产品批量来确定。常用的命令一般是镜像、移动和旋转复制等。本产品一般一模两件，布局设计的过程如下：

(1)首先将产品中心移动到三维建模软件中的绝对坐标中心，然后将产品向 Y 方向移动50 mm，使用移动对象命令将产品进行旋转，旋转轴为 XZ 轴，旋转中心点为绝对坐标原点。布局完成后的效果如图 3-3-14 所示。

图 3-3-14　布局完成后的效果

重点提示

在进行产品布局时，一定要注意两个产品的间距。根据工厂时间经验，两个产品的间距为 15～30 mm，本产品的间距取值为 23.7 mm。对本产品而言，如果间距太小，则会给潜伏式浇口的顶出带来很大的困难；再者间距太小，型芯之间的距离太小，会降低模具强度。如果间距过大，则在实际生产过程中产品的流道废料太多。另外还要注意，产品中心距的取值要为整数，本产品的中心距取为 100 mm，其目的是在加工时便于定位，以便保证模具精度。

(2)布局完成后将产品的定模轮廓线、动模轮廓线及特征剖面表达出来，然后导出为 2D 图档。导出后的 2D 图档如图 3-3-15 所示。

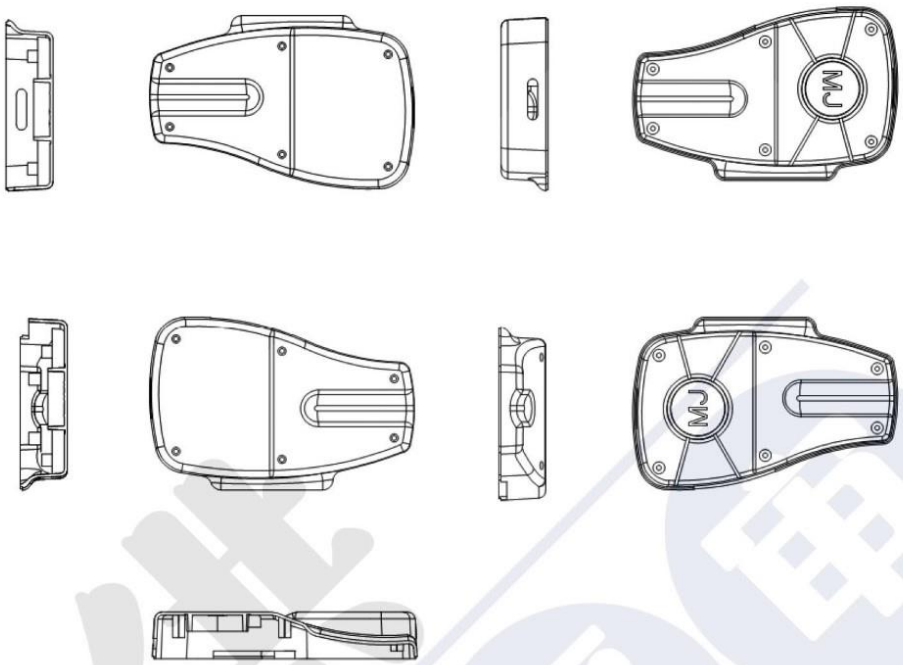


图 3-3-15　导出后的 2D 图档

(3)对导出后的 2D 图档进行镜像，镜像后的图档将用于 2D 设计。此时零件布局已经完成，并完成了从三维到二维的转化。产品零件图的镜像方式如图 3-3-16 所示。

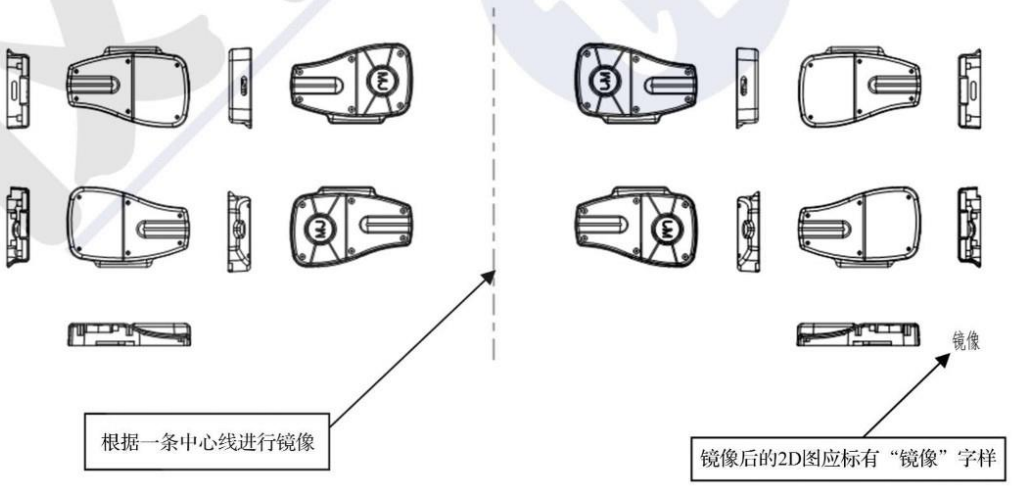


图 3-3-16　产品零件图的镜像方式

3. 创建内模镶块

使用偏置命令创建内模镶块的长度、宽度、高度，再用倒圆角命令裁剪周边线条。偏移距离的大小可根据现场实践经验取值，一般小型产品的内模镶块周边与产品的距离为 20～30 mm，大型产品的内模镶块边与产品的距离为 35～50 mm。创建内模镶块的过程如下：

(1)创建内模镶块的长度和宽度

①单击【修改】工具栏中的【偏移】图标按钮，或在命令行中输入快捷指令“O”(OFFSET)并按空格键，按照命令行的提示分别输入偏移距离“90”和“70”并按空格键确定，然后在图形区域中选择凹模的中心线作为要偏移的对象，在偏移的方向单击，结果如图 3-3-17 所示。

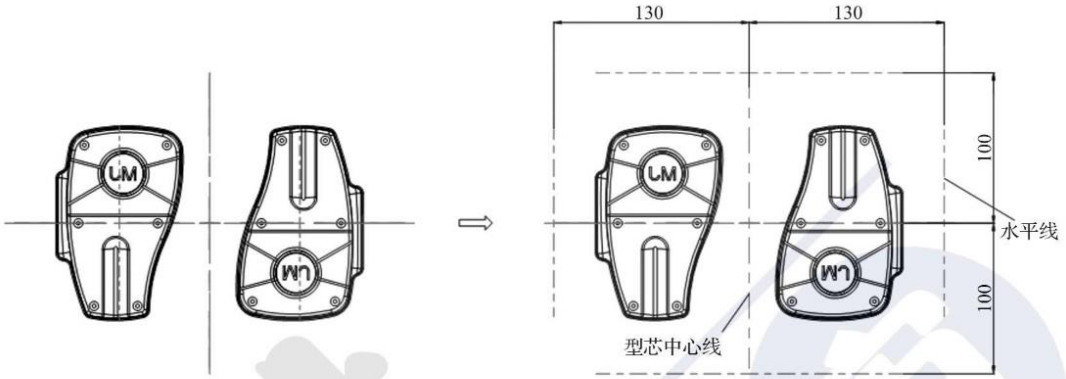


图 3-3-17　基准图形偏移创建内模镶块的长度和宽度

②使用【修改】工具栏中的【倒圆角】工具，对偏移出来的 4 条中心线进行修剪，并用【刷子】工具将内模镶块的四条边改为实线，结果如图 3-3-18 所示。

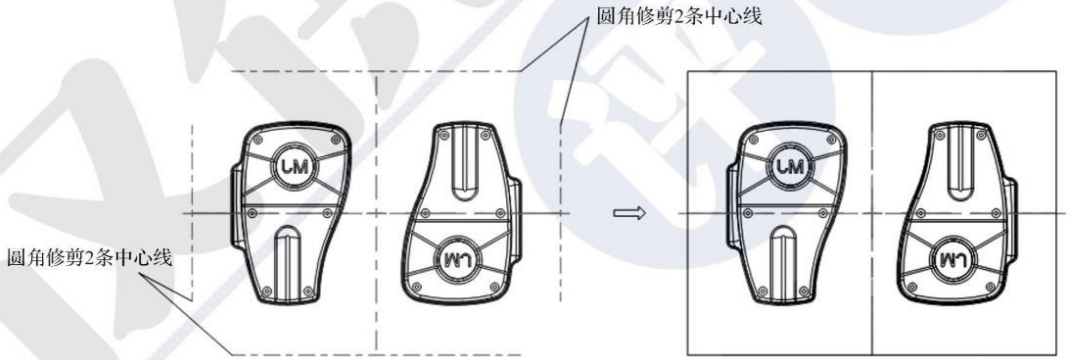


图 3-3-18　修剪边线并更改线型

③使用同样的方法创建凹模的长度和宽度，结果如图 3-3-19 所示。

(2)创建内模镶块的高度

内模镶块高度的确定原则是内模镶块的高度与产品的深度成正比。创建内模镶块高度的过程如下：

①以分型面为偏移基准线，使用【偏移】工具创建内模镶块的高度，凹模的高度为 45 mm，型芯的高度为 30 mm，如图 3-3-20 所示。

重点提示

在创建内模镶块高度的过程中，将产品剖视图作为原图，依据分模线把多余的线删掉，只留下剖面即可，以备模具装配之用。

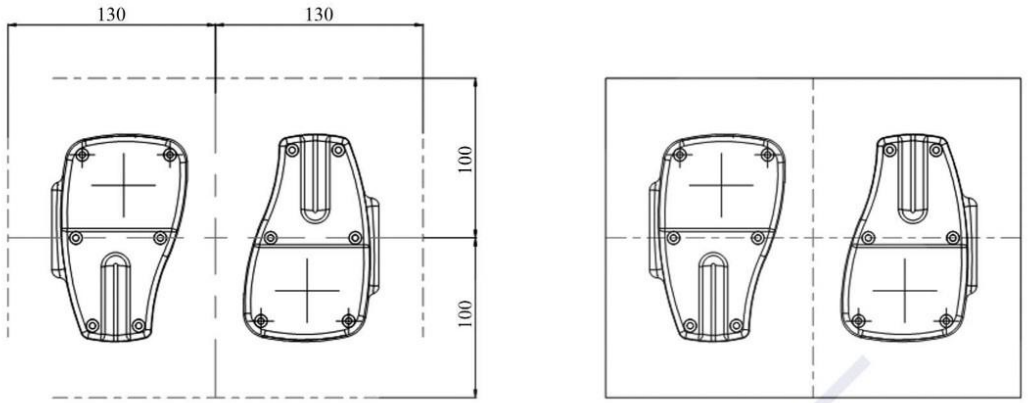


图 3-3-19　凹模的长度和宽度

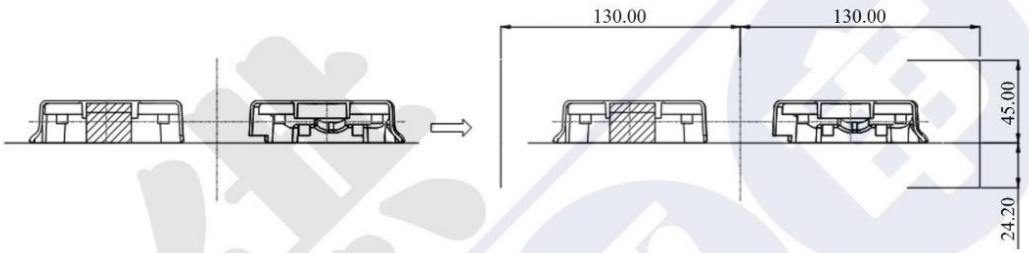


图 3-3-20　创建内模镶块的高度

②同理，使用【倒圆角】命令“F”，输入倒圆角的值为“0”，然后直接选取要连接的两条边，完成偏移中心线的修剪，再使用【刷子】工具将虚线的内模镶块边改成实线，生成的内模镶块边如图 3-3-21 所示。

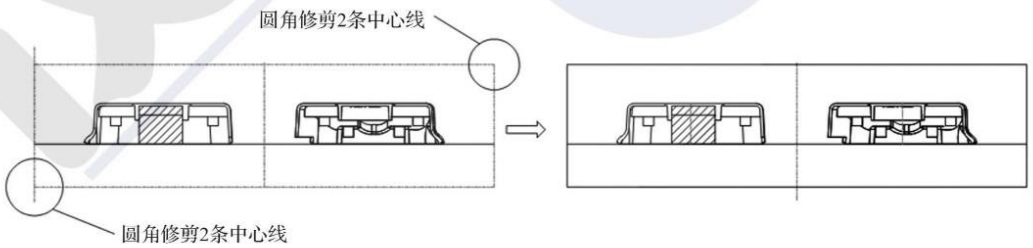


图 3-3-21　更改内模镶块边的线型

(3)分型面设计

分型面就是分割出凹模和型芯之间的面。由于该零件的分型面为高低面，所以需在主视图中设计分型面。其创建过程如下：

①绘制分型线。绘制局部平面分型面，在命令行中输入快捷指令“L”(LINE)，做出最长为 8 mm 的直线，并做出另一条与其平齐的直线，然后使用【倒圆角】命令“F”，输入倒圆角的值为“2”，并在倒圆角后创建一条直线，绘制出倒圆角效果，如图 3-3-22 所示。

②为了更加明确分型线的概念，可对照图 3-3-23 所示的分型面来识别分型线。

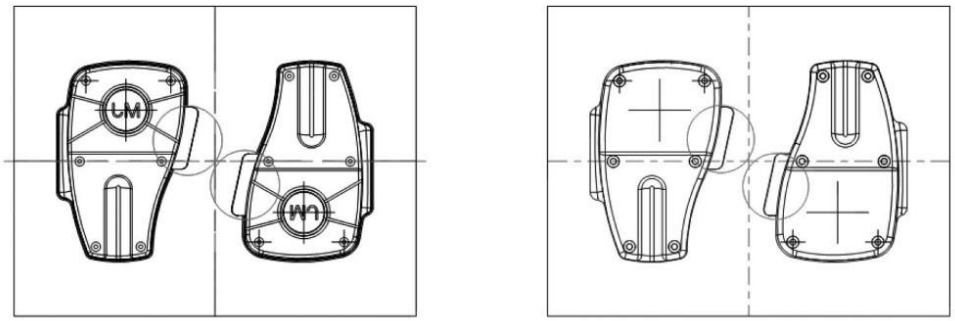


图 3-3-22　绘制分型线

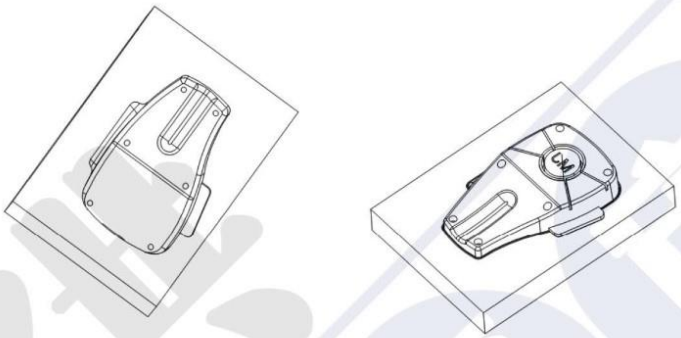


图 3-3-23　分型面效果示意图

五、模架设计

模架按结构形式一般分为两大类：大水口模架（两板模）和小水口模架（三板模）。

两板模架也就是单分型面注射模架，模具打开后，产品及流道凝料一起留在动模，其由推出系统顶出。模具再重新闭合时，一般由复位杆使推出系统复位。在设计过程中，我们在保证设计质量的前提下应尽量使用两板模，因其具有以下优点：

- 结构简单，装配容易，故障小，模具使用寿命长。
- 适用于塑料件自动掉落的情况，成型周期短。
- 浇口能选择各种形式。
- 浇口位置的设定没有严格规定。
- 模具价格较便宜。

其缺点是浇口位置受约束较大。

三板模泛指浇注系统的凝料和制品由不同的分型面取出。三板模与两板模相比，其在定模部分增加了一块可往复移动的脱料板，多用于点浇口的单型腔或多型腔模具。在以下三种情况下可采用三板模架：点浇口浇注；一模多腔；浇注点偏置。

模架的大小主要取决于塑料产品的大小与结构，对于特殊的塑料制品，应注意以下几点：

- 有时为了冷却水路的需要，要对镶件的尺寸加以调整，以取得较好的冷却效果。
- 结构复杂需做特殊的分型或顶出机构，或有侧向分型结构需做滑块时，应根据不同情

况适当调整镶件和模架的大小以及各模板的厚度，以保证模架的强度。

根据模架与内模镶块之间的尺寸对应关系，确定本产品的模架型号为 LKM-CI-3035-A80-B60-C90。

1. 调用标准模架

在本部分中我们使用燕秀工具箱创建标准模架，其创建过程如下：

(1)在【燕秀工具箱】工具栏上单击【标准模架】图标按钮，系统弹出【燕秀工具箱-模坯】对话框，在此对话框中设置图 3-3-24 所示的模架参数。

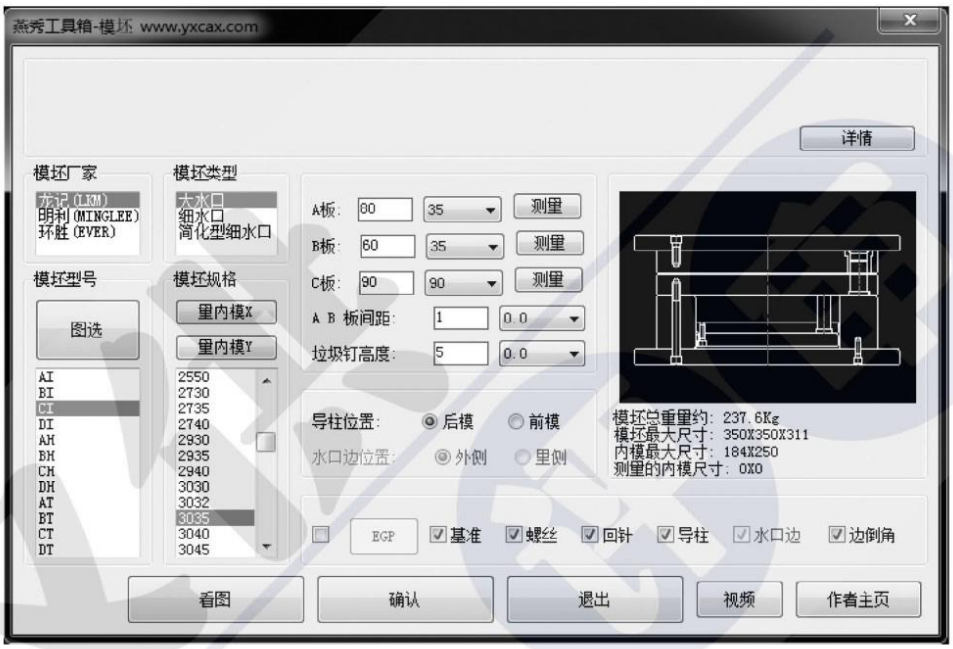


图 3-3-24 【燕秀工具箱-模坯】对话框参数设置

(2)按命令行提示在图形区单击拾取任一点作为基准点，系统自动调出按参数设计好的模架(共 4 个视图)，如图 3-3-25 所示。

2. 装配内模镶块

装配内模镶块就是将已经设计好的前、动模按照中心对齐原则插入到模架中适合的位置，它是进行模具结构设计的前提条件。装配内模镶块的过程如下：

(1)移动复位杆

移动复位杆是为了方便看图，因为从标准模架库中调出的模架图中，复位杆显示在模架主视图中，而主视图需要做顶出系统，故需要把复位杆移动到侧视图中。移动复位杆的操作步骤如下：

①在主视图中用【偏移】命令偏移出复位杆的中心线，单击【修改】工具栏中的【偏移】图标按钮，按命令行提示输入偏移距离“30”(测量复位杆中心到模架边的距离为“30”)，并按空格键确定；选取要偏移的基准图元(主视图模架边)，在偏距的方向(模架边的右侧)上单

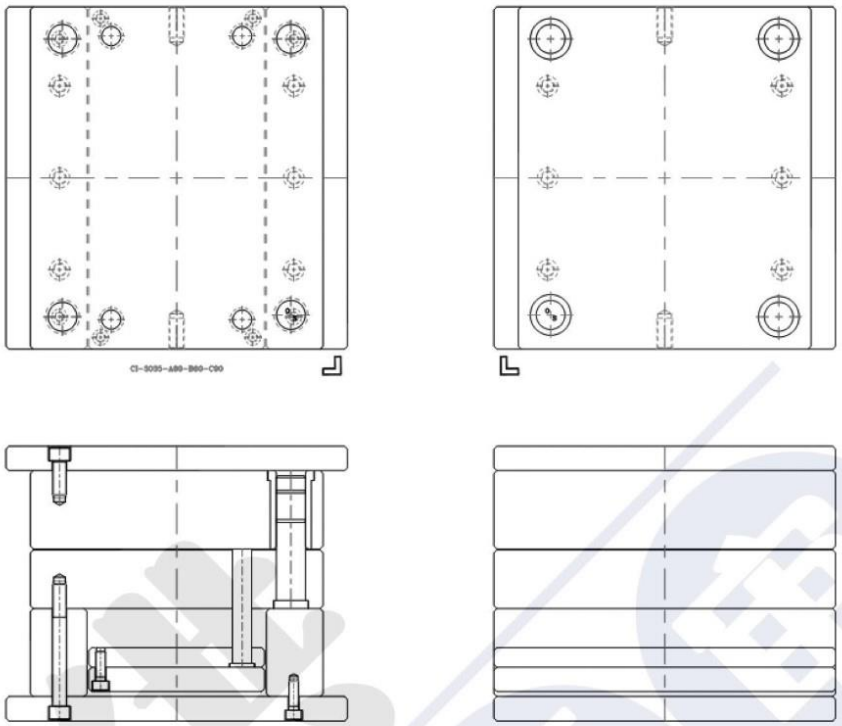


图 3-3-25　标准模架

击，按空格键完成。

②单击【修改】工具栏中的【移动】图标按钮✣，按空格键确定执行，按命令行的提示框选要移动的复位杆，按空格键确定；按命令行的再次提示单击模架侧视图中刚创建的偏移线与推杆固定板的交点作为移动基点，接着按空格键确认；按命令行的再次提示单击模架侧视图中刚创建的偏移线与推杆固定板的交点为移动目的点，完成复位杆的移动，结果如图 3-3-26 所示。

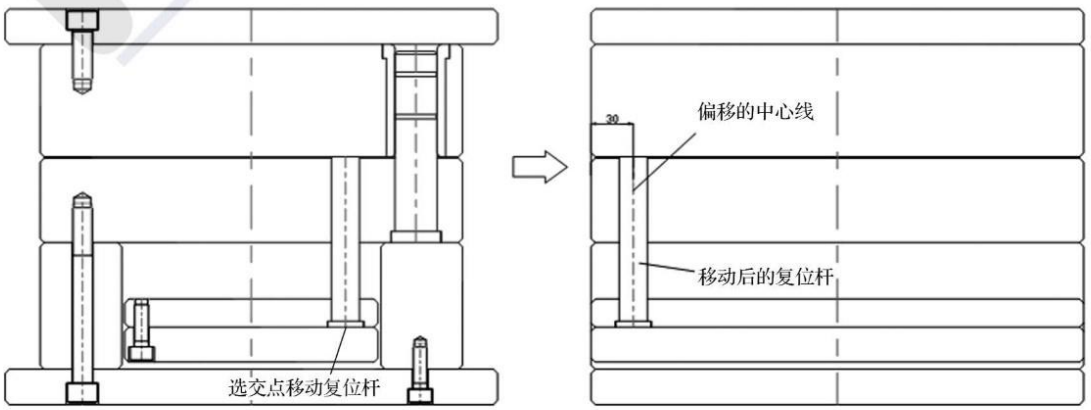


图 3-3-26　移动复位杆

(2)装配内模镶块

①单击【修改】工具栏中的【移动】图标按钮✣，按空格键确定执行，按命令行提示框选要移动的凹模，按空格键确定；接着按命令行提示单击选取凹模的中心点作为移动基点，然后按空格键确认；再次按命令行提示单击定模架俯视图的中心点为移动目的点，完成凹模的装配，结果如图 3-3-27 所示。

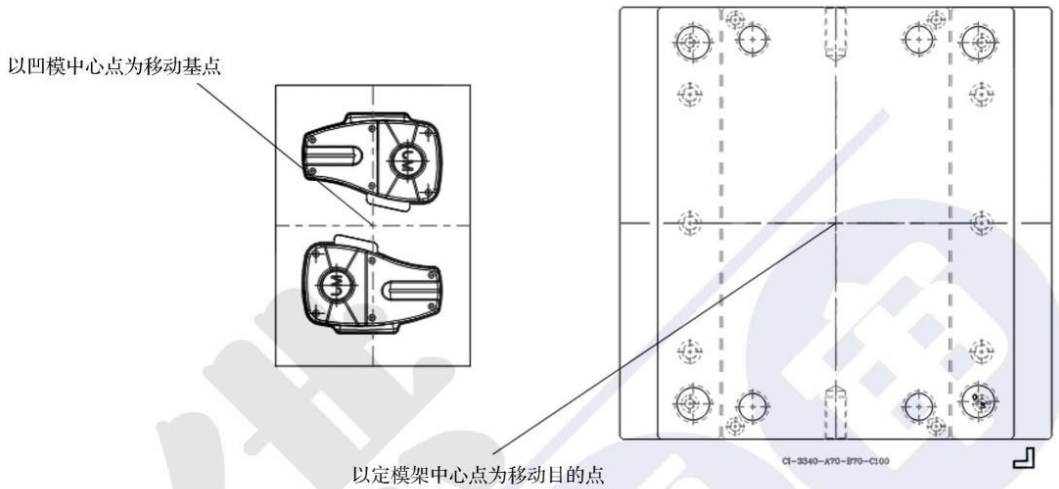


图 3-3-27　装配凹模

②以同样的方法移动装配型芯，最终结果如图 3-3-28 所示。

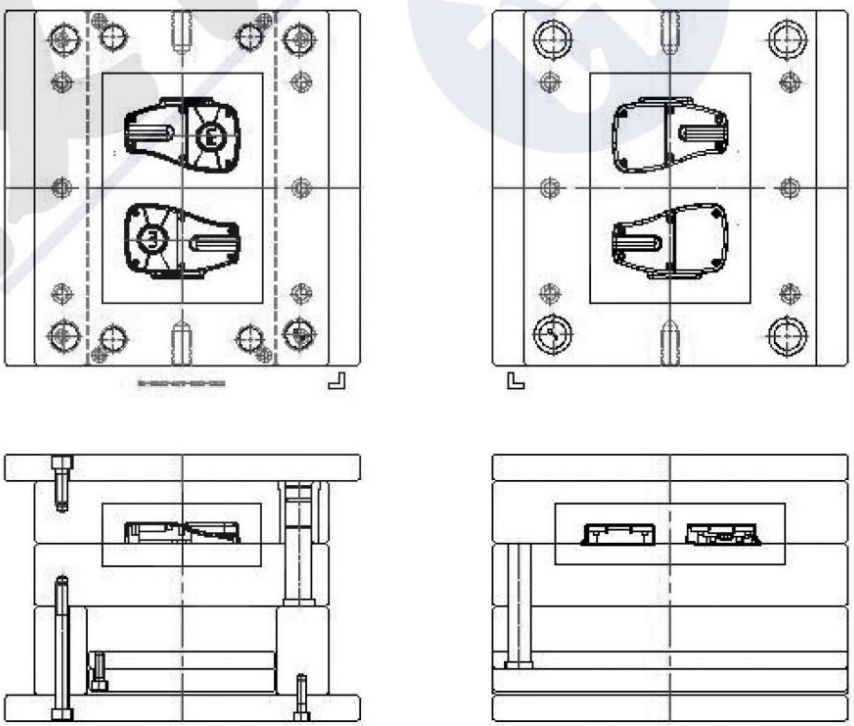


图 3-3-28　装配型芯

③为方便内模镶块的装配，应在前动模视图中内模镶块的四角处画 4 个避空孔，最终结果如图 3-3-29 所示。

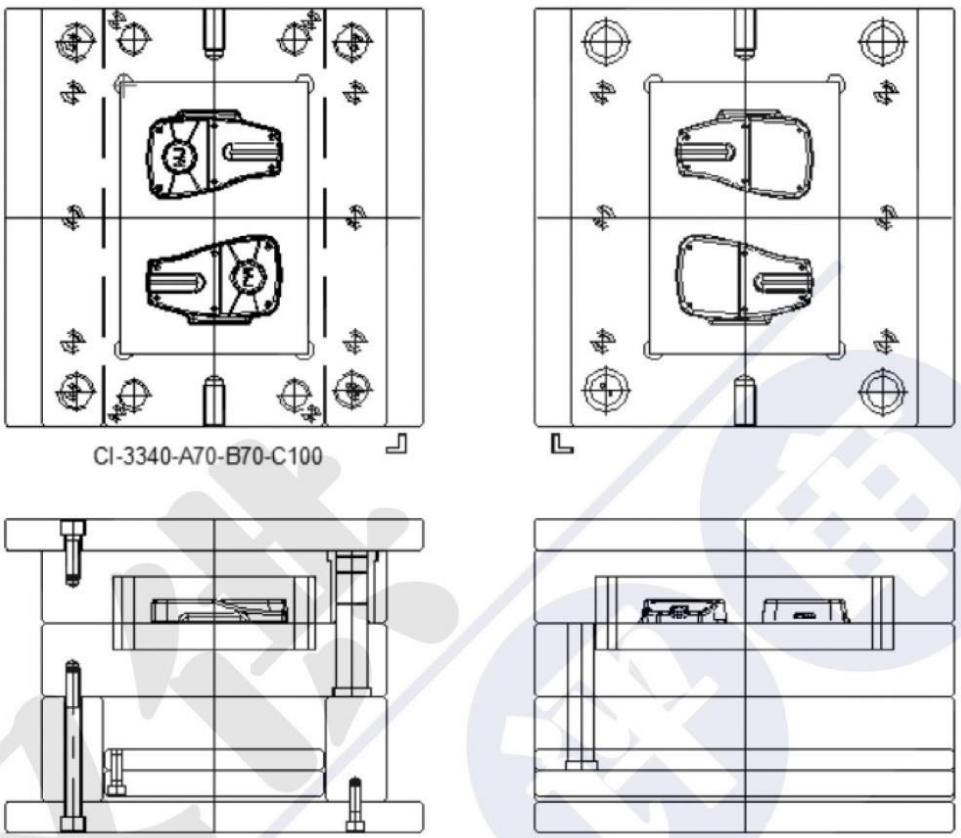


图 3-3-29　内模镶块边避空

六、模具总装图设计

模架及有关内容确定后，便可绘制模具总装图。在绘制模具总装图的过程中，对已选定的浇注系统、冷却系统等做进一步完善，从结构上达到比较完美的设计。另外，可根据需要添加紧固螺钉、模具总装图尺寸的标注及材料清单。

1. 浇注系统的设计

浇注系统的设计包括对主流道[通常指浇口套(唧咀)或主流道衬套]与分流道的截面形状及尺寸的确定、浇口位置的选择、浇口形式以及浇口的截面形状及尺寸的确定。

(1)设计侧视图的浇口套与定位环

①设计主流道时可直接从【模具标准件】工具栏中调用合适的浇口套与定位环，在【模具标准件】中单击【定位环/唧咀】图标按钮，系统弹出【定位环/唧咀】对话框，按照图 3-3-30 所示对参数进行设置，然后单击【画剖视】按钮创建定位环与浇口套。

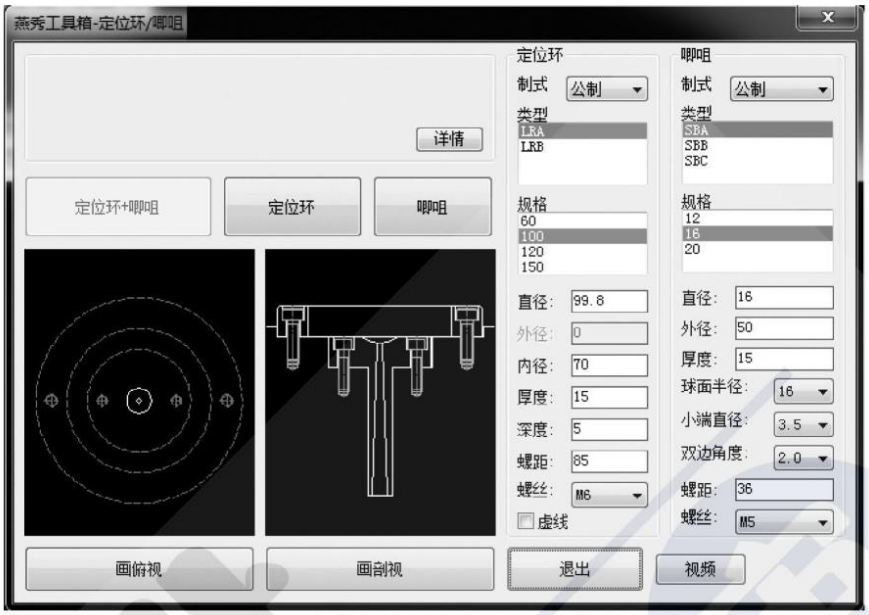


图 3-3-30 定位环与浇口套参数设置

重点提示

喷嘴包含定位环与浇口套。因为模具分流道留在定模，所以喷嘴需添加防转销，防止喷嘴转动而堵塞流道。

②在图形中指定图 3-3-31 所示的两点作为浇口套的放置参考点。

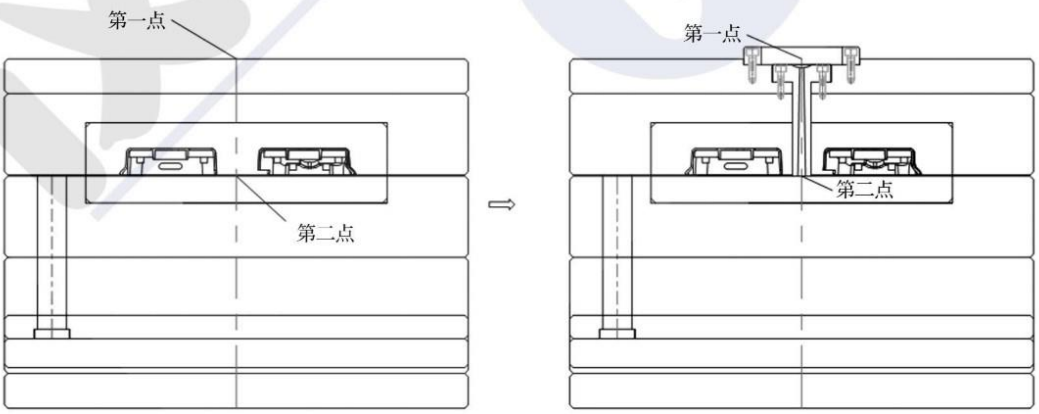


图 3-3-31 侧视图调用浇口套

(2)设计主视图的浇口套与定位环

因为浇注系统在侧视图中表达更为理想，也方便看图，所以主视图的浇口套可以只显示外形轮廓。利用长对正、宽相等、高平齐的投影原则设计主视图浇口套，创建结果如图 3-3-32 所示。

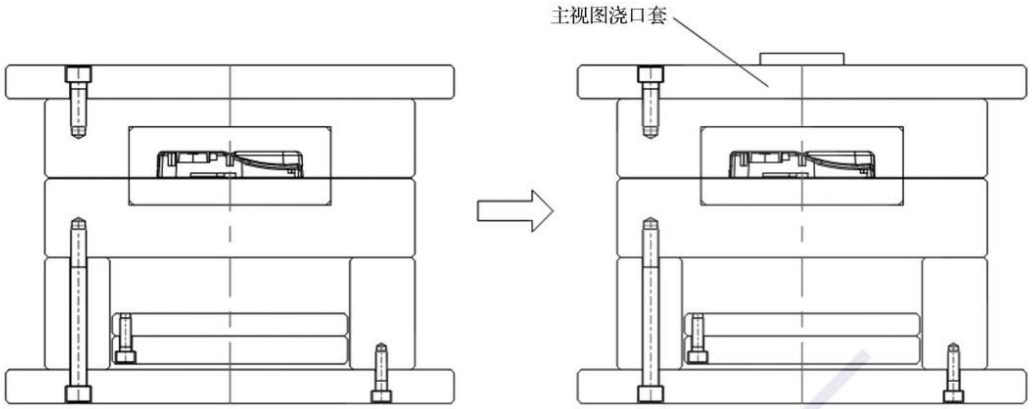


图 3-3-32　主视图中浇口套的设计结果

(3)设计定模俯视图的浇口套与定位环

设计俯视图的浇口套与定位环时，可直接从【模具标准件】工具栏中调用合适的浇口套与定位环。在【模具标准件】中单击【定位环/唧咀】图标按钮，系统弹出【定位环/唧咀】对话框，按照图 3-3-33 所示对参数进行设置，然后单击【画俯视】按钮创建定位环与浇口套，结果如图 3-3-34 所示。

图 3-3-33　俯视图中浇口套与定位环参数设置

(4)设计分流道

分流道是塑胶进入型腔的过渡部分，可通过截面形状、尺寸大小及方向的变化使塑胶平稳地进入型腔，以保证成型的最佳效果。

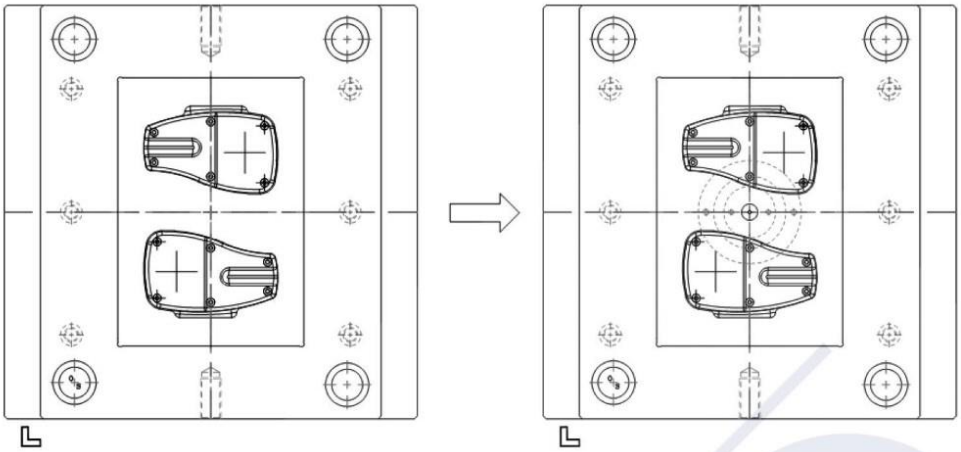


图 3-3-34　俯视图中浇口套与定位环的设计结果

①创建流道分布线。由于此模具有左、右两个产品，所以在动模型芯的竖直中心线上绘制流道分布线即可。使用【直线】、【偏移】、【倒圆角】命令在动模俯视图上绘制并编辑分流道分布图，如图 3-3-35 所示。

②同样利用【直线】、【偏移】、【倒圆角】命令在定模俯视图上绘制并编辑分流道分布图，如图3-3-36 所示。

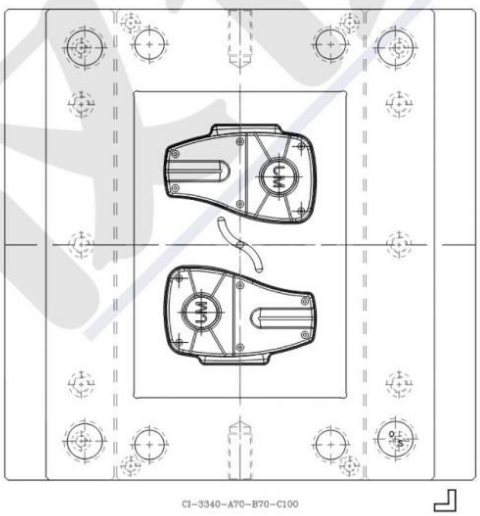


图 3-3-35　动模俯视图的分流道

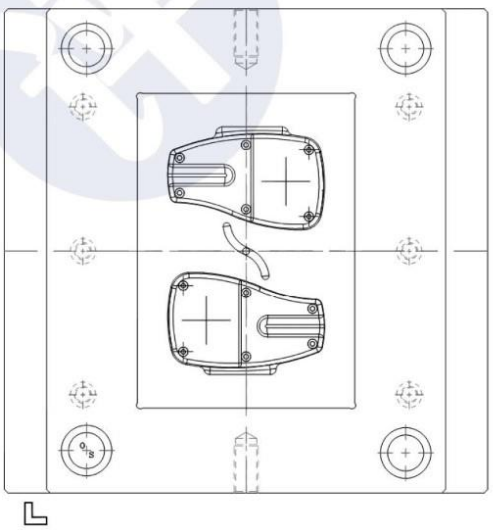


图 3-3-36　定模俯视图的分流道

③根据投影原则，在主视图中绘制分流道，结果如图 3-3-37 所示。

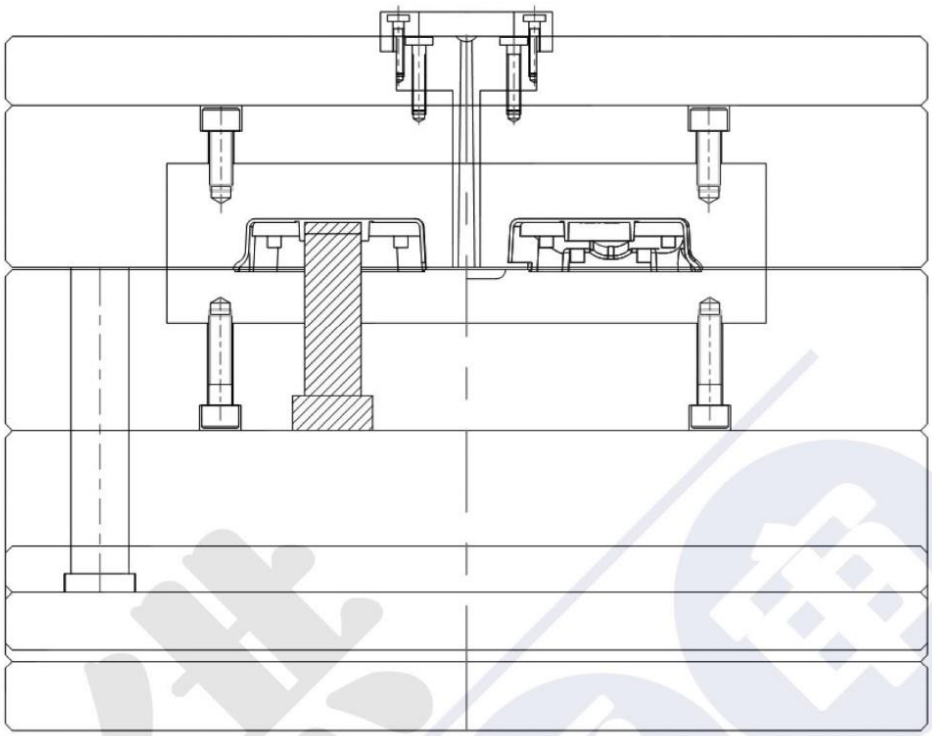


图 3-3-37　主视图的分流道

重点提示

由于本产品采用潜伏式浇口，所以产品最大轮廓线和分流道最大轮廓线之间的距离不小于 2 mm。若此距离太小，则会降低模具强度。

(5)设计浇口

浇口也称进料口，是连接分流道与型腔的通道，也是注塑模具浇注系统最后的部分。本例采用普通浇口，其特点是形状简单，加工方便，几乎所有的塑胶都可以使用这个浇口。创建该浇口要用到 2 根推杆，推杆的创建后面会有详细的讲解。潜伏式浇口的设计如图 3-3-38 所示。

重点提示

潜伏式浇口分为推切式和拉切式，适合成型 PP、PA、POM、ABS、PVC 等塑料，不适合成型较脆的塑料，浇口处推杆的位置要给浇口变形留有足够的距离，以便顺利脱模。

(6)设计镶件

利用产品的特征设计镶件，结果如图 3-3-39 所示。

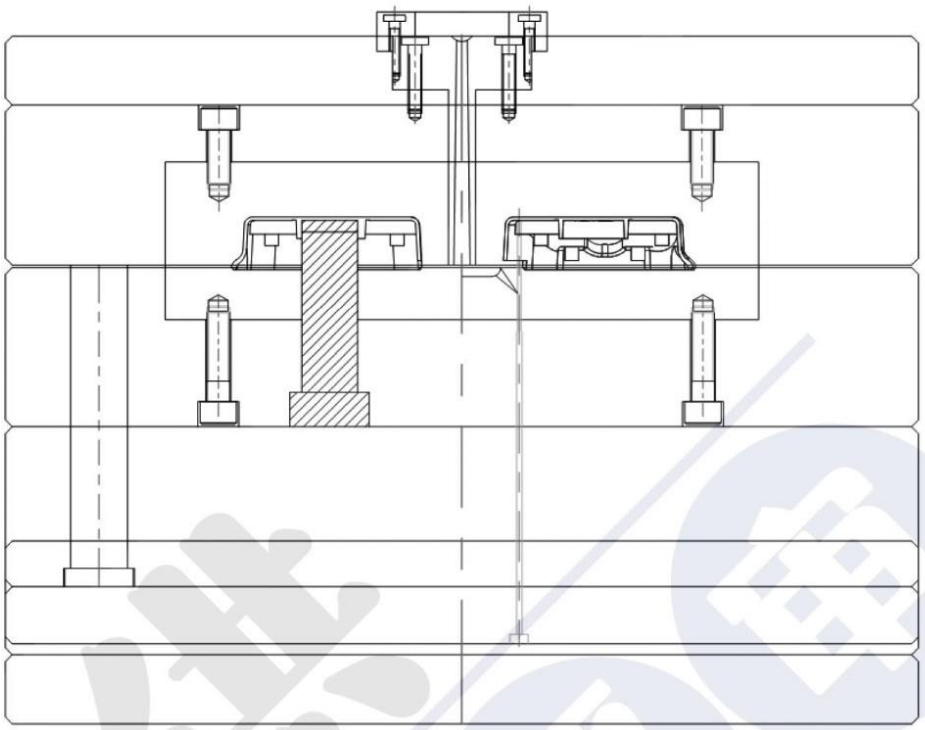


图 3-3-38　潜伏式浇口的设计

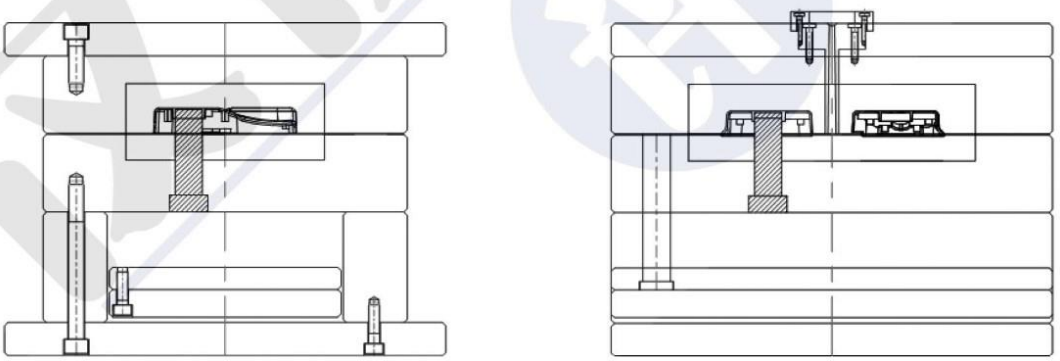


图 3-3-39　镶件的设计

2. 顶出系统的设计

本部分中我们将使用燕秀工具箱创建顶出系统，其过程如下：

(1)创建拉料杆。使用推杆(顶针)作拉料杆，在【燕秀工具箱】工具栏中调出【模具标准件】对话框，单击该对话框中的【推杆】图标按钮，系统弹出【燕秀工具箱-圆顶针】对话框，设定图 3-3-40 所示的推杆参数。

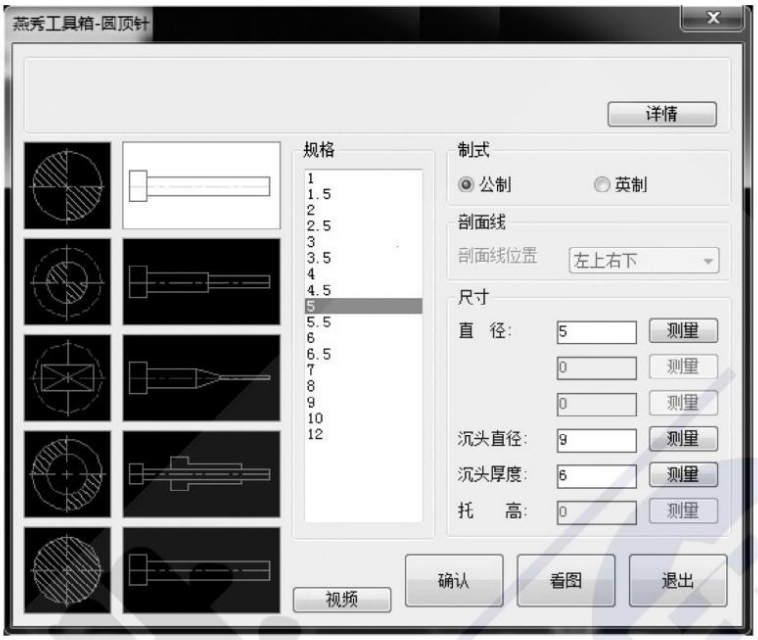


图 3-3-40　设定推杆参数

(2)命令行提示“请指定第一点”,在侧视图中单击一点(模具中心线与推杆固定板底边的交点);命令行接着提示“请指定第二点”,单击此线到分型面的垂足为第二点,完成推杆的调用,结果如图 3-3-41 所示。

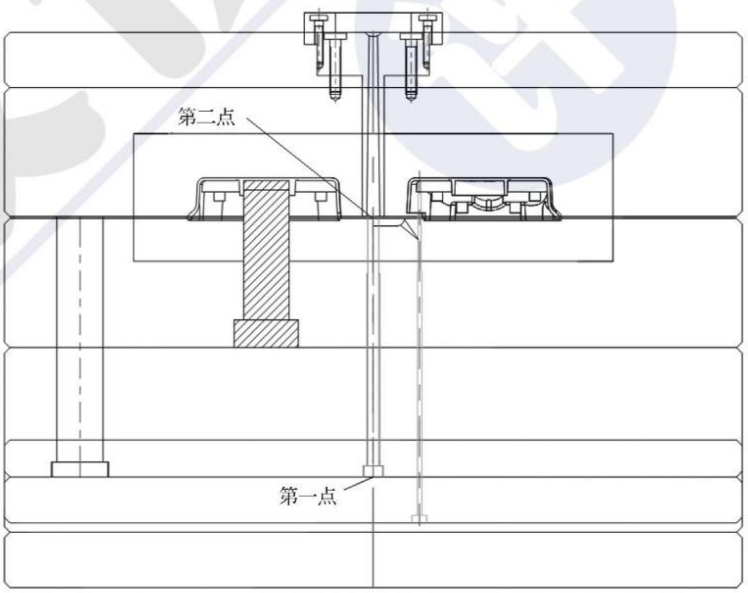


图 3-3-41　调用标准推杆

(3)编辑拉料杆。使用【直线】和【修剪】命令编辑拉料杆,最终结果如图 3-3-42 所示。

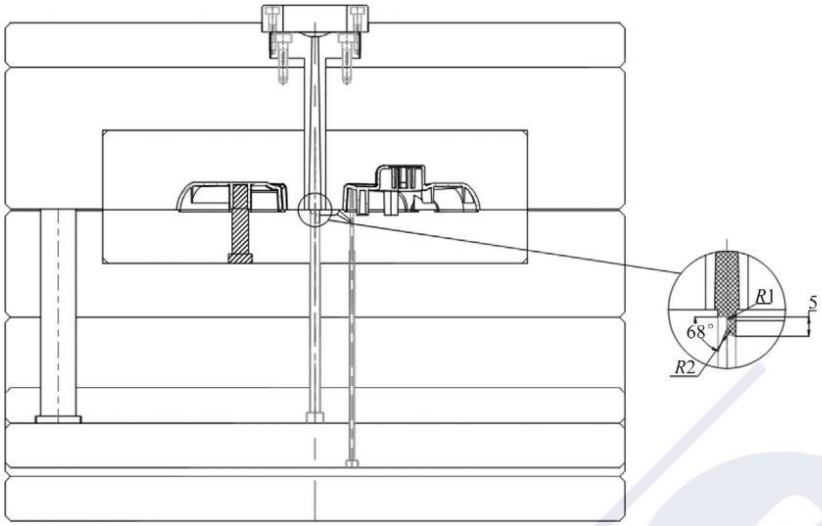


图 3-3-42　编辑拉料杆的最终结果

(4)创建动模俯视图的拉料杆。在【模具标准件】对话框中单击【推杆】图标按钮，系统弹出【燕秀工具箱-圆顶针】对话框，在此对话框中选择推杆俯视图，然后单击【确认】按钮完成推杆的投影设置，结果如图 3-3-43 所示。

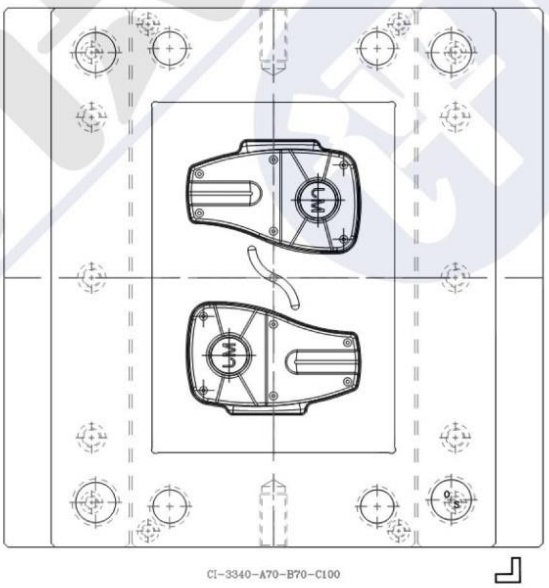


图 3-3-43　俯视图中拉料杆的设计结果

(5)使用类似的方法创建推管。在【模具标准件】对话框中单击【推管】图标按钮，系统弹出【燕秀工具箱-司筒】对话框，在此对话框中设定图 3-3-44 所示的推管参数。

图 3-3-44　设定推管参数

(6)命令行提示“请指定第一点”,在侧视图中单击一点(模架中心线与动模座板底边的交点);命令行接着提示“请指定第二点”,单击此线到柱位口的垂足为第二点,此线到柱位底的垂足为第三点,完成推管的调用,结果如图 3-3-45 所示。

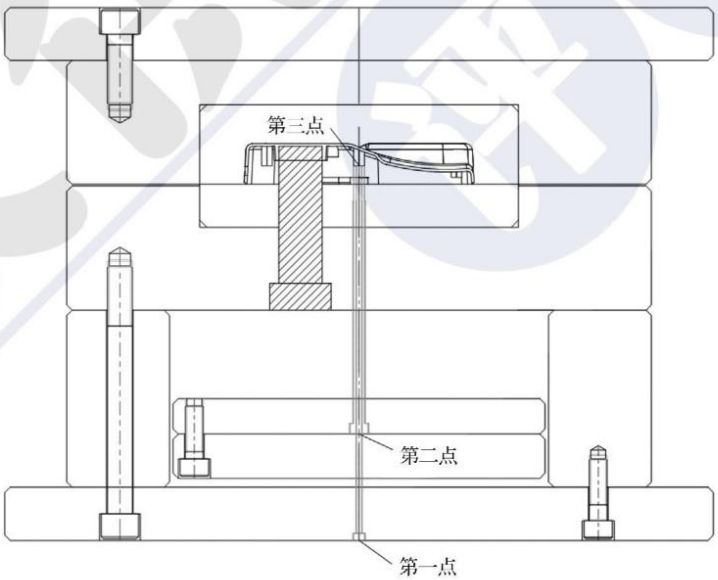


图 3-3-45　侧视图的推管

重点提示

在主视图中只需表达一个产品的推杆即可,其他推杆在俯视图中表达。潜伏式浇口处的推杆必须加防转销,否则其会旋转方向,致使浇口错位。推杆的排列要使顶出力尽量均匀,同时推杆兼有排气的作用。

(7)创建动模俯视图的推杆及推管。根据长对正、宽相等、高平齐的原则创建动模俯视图推杆,效果如图 3-3-46 所示。

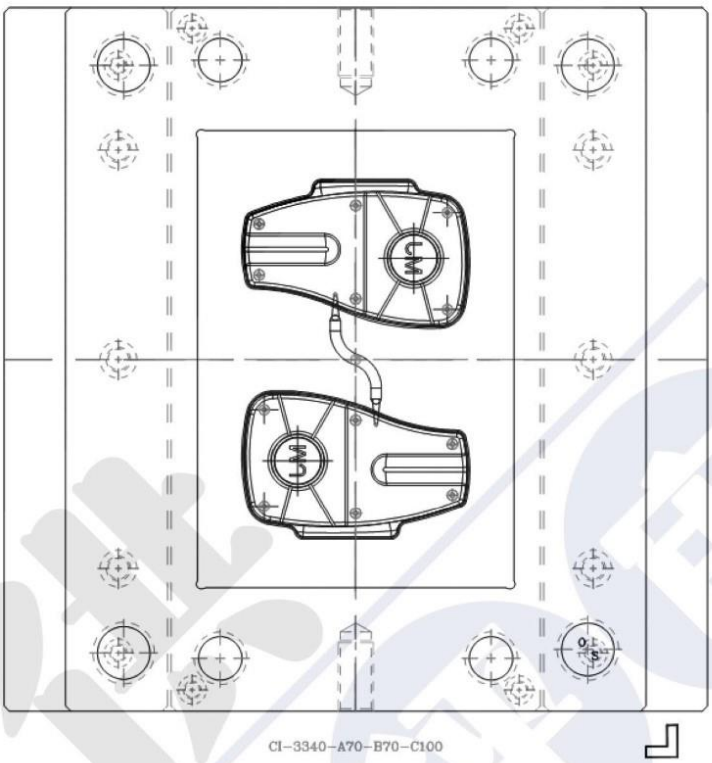


图 3-3-46 动模俯视图的推杆

3. 冷却系统的设计

注射成型时,模具温度直接影响塑料的填充和塑料制品的质量,也会影响注射周期,因此在使用模具时必须对模具进行有效的冷却,使模温保持在一定范围内。模具冷却方式有水冷、空气冷却和油冷等,常用的是水冷法。下面讲解如何创建本产品的冷却系统。

(1)创建主视图定模冷却水路中心线。首先单击【修改】工具栏中的【偏移】图标按钮,按空格键确定执行。分别从定模板顶部向下偏移 14 mm,凹模上面向下偏移 14 mm,凹模侧边向内侧偏移 20 mm,然后用【圆角】命令修剪其线条,最终结果如图 3-3-47 所示。

(2)创建主视图定模冷却水路。单击【模具标准件】中的【水路】图标按钮,系统弹出【水路】对话框,在【进水】和【出水】列表框中选择需要的水管接头类型,在【水路直径】文本框中输入“8”,最后单击【确定】按钮完成设置,如图 3-3-48 所示。

重点提示

冷却水路的设计依据工厂实践经验,可供参照的具体数据为:冷却水路到型腔边的距离为 15～20 mm,到镶件边的距离大于 6 mm,到螺钉边的距离大于5 mm,到推杆边的距离大于 4 mm。

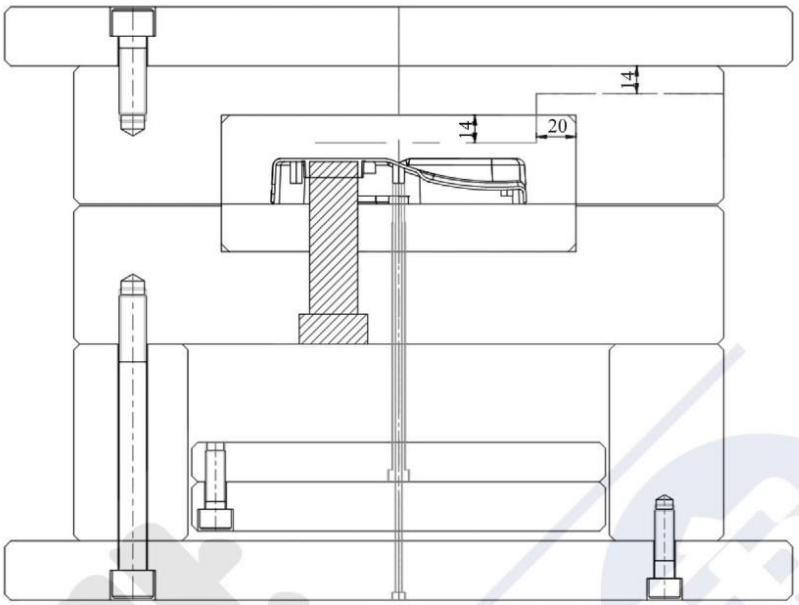


图 3-3-47　定模冷却水路中心线

图 3-3-48　冷却水路参数设置

(3)按命令行提示单击选取冷却水路的起点;按命令行提示单击选取下一点;再按命令行提示单击选取下一点,按空格键进行命令确认,输入“B”创建 O 形圈剖面;按命令行提示单击选择下一点,按空格键确认选择下一点,按 Esc 键退出,结果如图 3-3-49 所示。

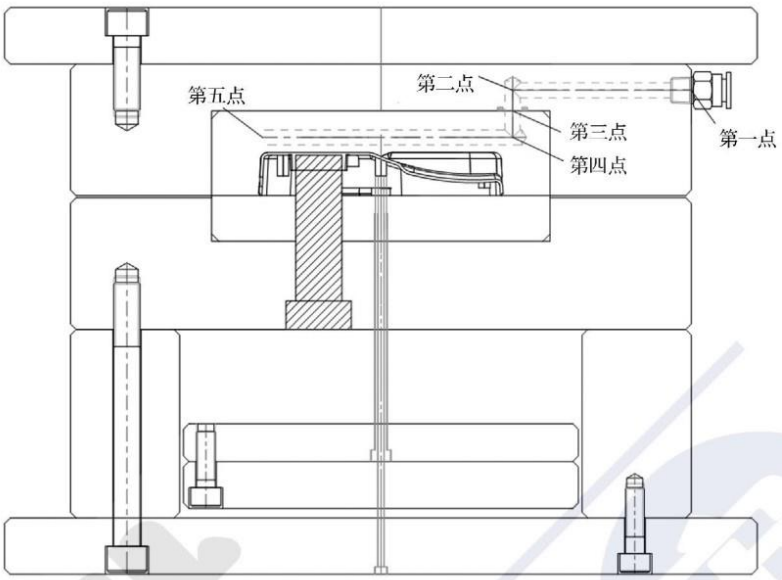


图 3-3-49　创建定模冷却水路

(4)创建主视图动模冷却水路中心线。首先单击【修改】工具栏中的【偏移】图标按钮，按空格键确定。分别从动模板底部向上偏移 30 mm，从型芯向上偏移 15 mm，从型芯边向内偏移 15 mm，然后用【倒圆角】命令修剪其线条。为避免连接螺钉与冷却水路产生干涉(实际是碰不到的)，使用【样条曲线】与【修剪】命令对连接螺钉进行修剪，最终结果如图 3-3-50 所示。

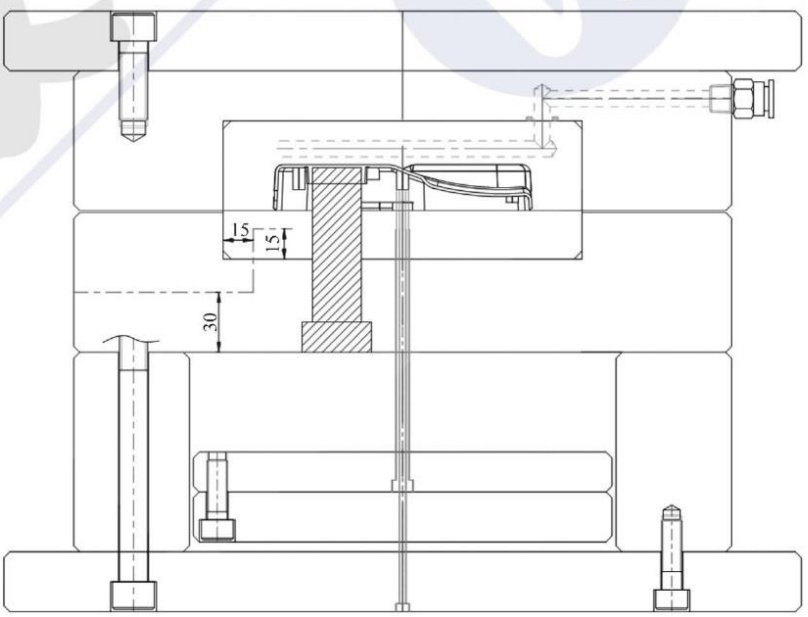


图 3-3-50　动模冷却水路中心线

(5)用与创建定模冷却水路同样的方法来创建动模冷却水路。动模水管堵头的创建也与定模水管堵头的创建方法相同,如图 3-3-51 所示。

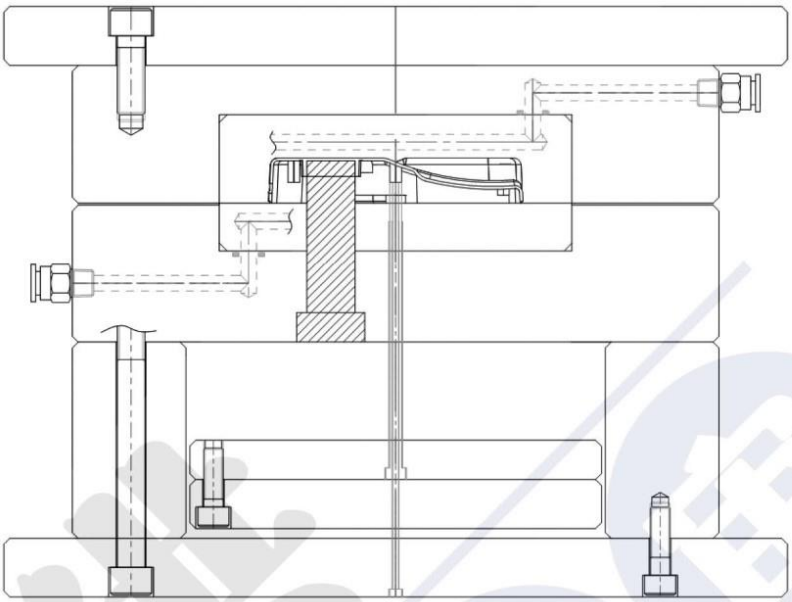


图 3-3-51　动模冷却水路

重点提示

考虑到接下来要做固定结构,所以将要做固定结构位置的空间留下来,这样可以避免以后再进行返工,提高时间利用率。

(6)依照上述方法,遵循长对正、宽相等、高平齐的投影原则,创建动模俯视图和侧视图的冷却水路。单击工具栏上的【水路】图标按钮,根据以上冷却水路的创建方法创建俯视图的冷却水路。冷却水路设计的最终结果如图 3-3-52 所示。

重点提示

设计冷却水路时需要注意:

- 尽量避免接近有烧焊的位置,以防止焊接本身不牢而降低模具强度。
- 冷却水路不能有太长的死角,以免一部分冷却水回流而影响冷却效果。
- 冷却水路穿过两块钢料时,必须做 O 形圈防漏。

4. 紧固件的设计

紧固件的设计包括:定模板和凹模之间紧固螺钉位置的确定和螺钉的加载;动模板和型芯之间紧固螺钉位置的确定和螺钉的加载。在确定紧固螺钉位置时尤其要注意避开冷却系统,防止钻穿冷却水路。其设计过程如下:

(1)创建主、侧视图紧固螺钉定位线。首先使用【偏移】命令将主视图模具中心线分别往

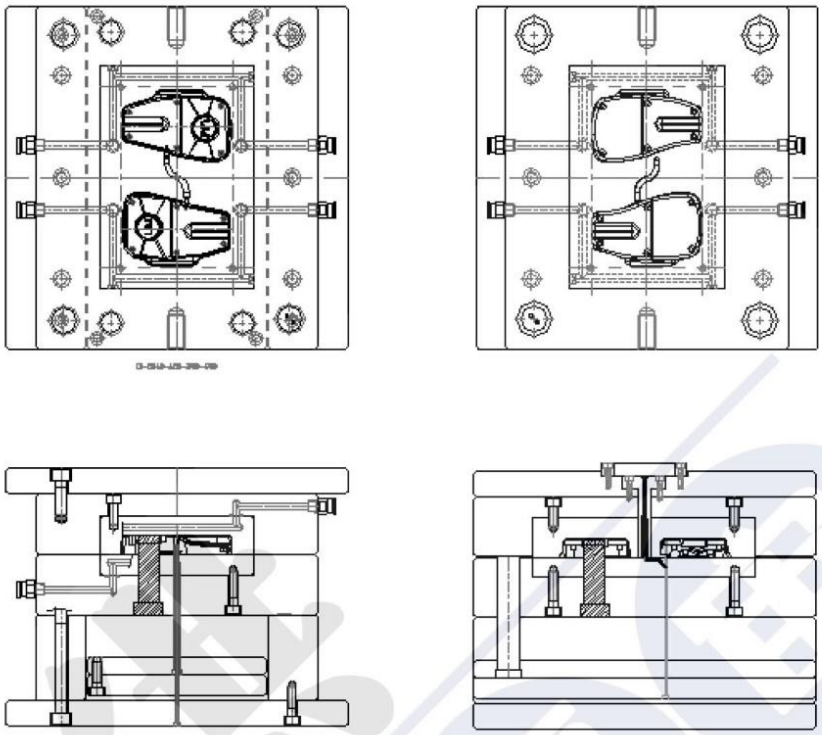


图 3-3-52 冷却水路设计的最终结果

两边偏移 106 mm，将侧视图模具中心线分别往两边偏移 70 mm，如图 3-3-53 所示。

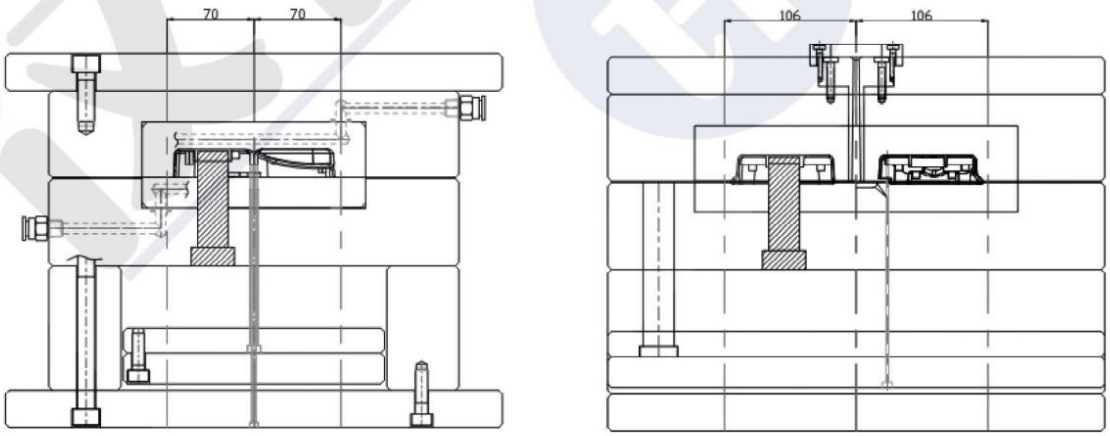


图 3-3-53 创建主、侧视图紧固螺钉定位线

(2)调用螺钉。单击【燕秀工具箱】工具栏上的【内六角螺丝】图标按钮，系统弹出【内六角螺丝】对话框，如图 3-3-54 所示。

(3)单击内六角螺钉，命令行提示“请指定螺丝起点”，在侧视图中单击一点(取偏移的线与前、后板底边的交点)；命令接着提示“第二点”，单击此线到凹模的垂足为第二点，标准内六角螺钉就会自动生成。使用同样的方法完成其他螺钉的加载，最后的结果如图 3-3-55 所示。

(4)创建俯视图紧固螺钉定位线。首先使用【偏移】命令，将俯视图模具中心线分别往

图 3-3-54　【内六角螺丝】对话框

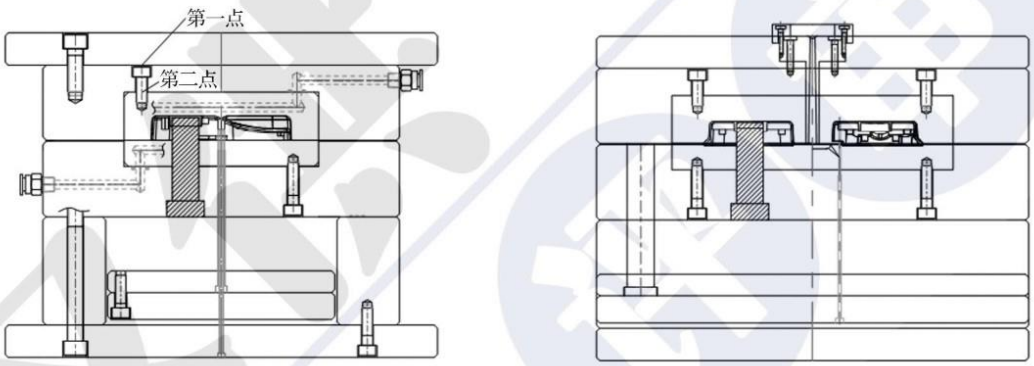


图 3-3-55　调用螺钉

左、右偏移 70 mm，往上、下偏移 106 mm，如图 3-3-56 所示。

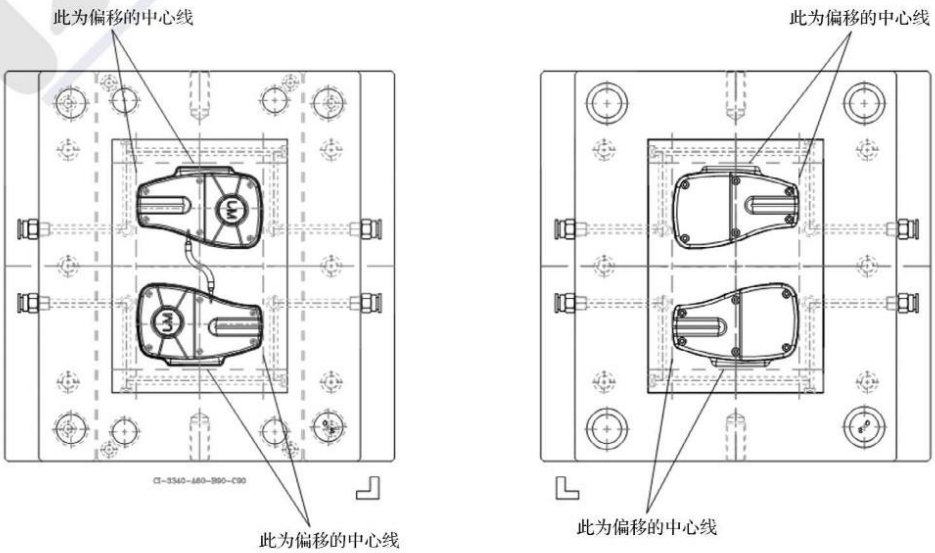


图 3-3-56　创建偏移中心线

(5)加载螺钉。单击【内六角螺丝】图标按钮 ,系统弹出图 3-3-57 所示的对话框。

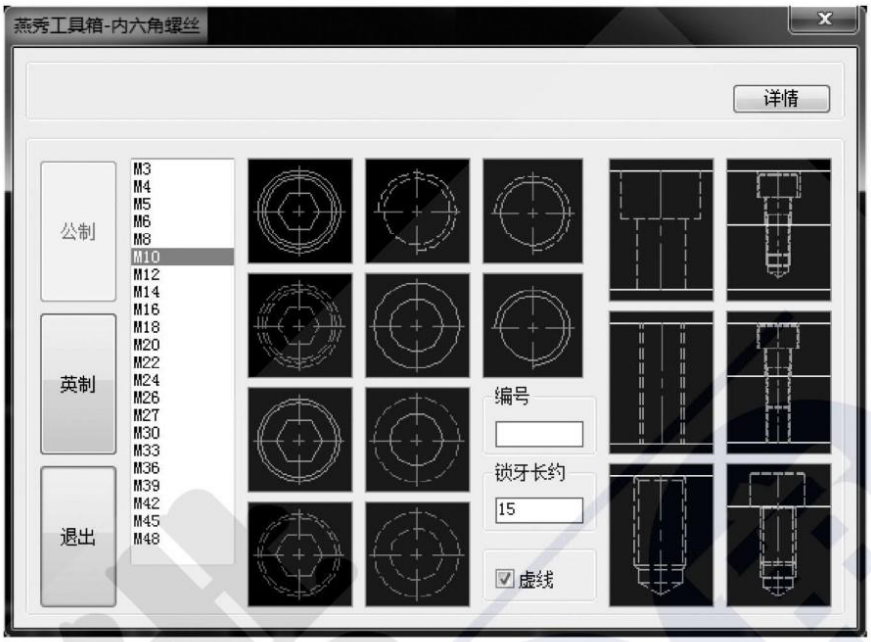


图 3-3-57 【内六角螺丝】对话框

选定需要的螺钉大小,单击该螺钉,命令行提示“基准点”,在俯视图中单击一点(取偏移两线的交点),标准内六角螺钉自动生成,如图 3-3-58 所示。

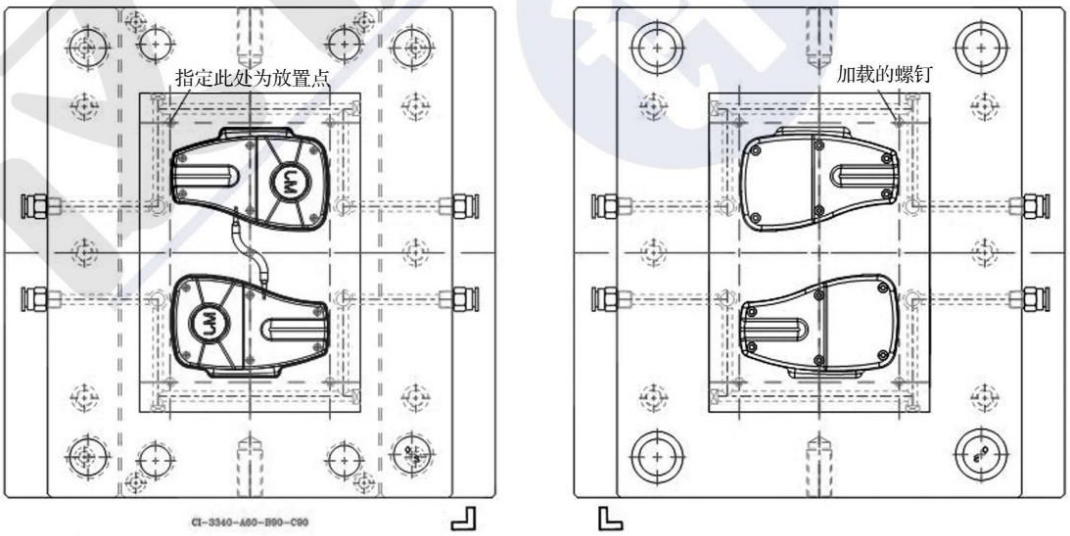


图 3-3-58 加载俯视图紧固螺钉

5. 标注总装图尺寸

在总装图尺寸标注中需要用到各种标注,读者可以根据需要选择适当的线性标注或坐标标注。需要注意的是,在坐标标注前需要把坐标系移到指定位置(如需要用坐标标注法标注动模俯视图的尺寸,那第一步就需要把坐标系移到动模中心)。移动坐标系的操作步骤

如下：

(1)在菜单栏中选择【工具】—【移动 UCS(V)】命令，按命令行提示单击指定动模中心点为新原点，系统自动把 UCS 移动到指定点，如图 3-3-59 所示。

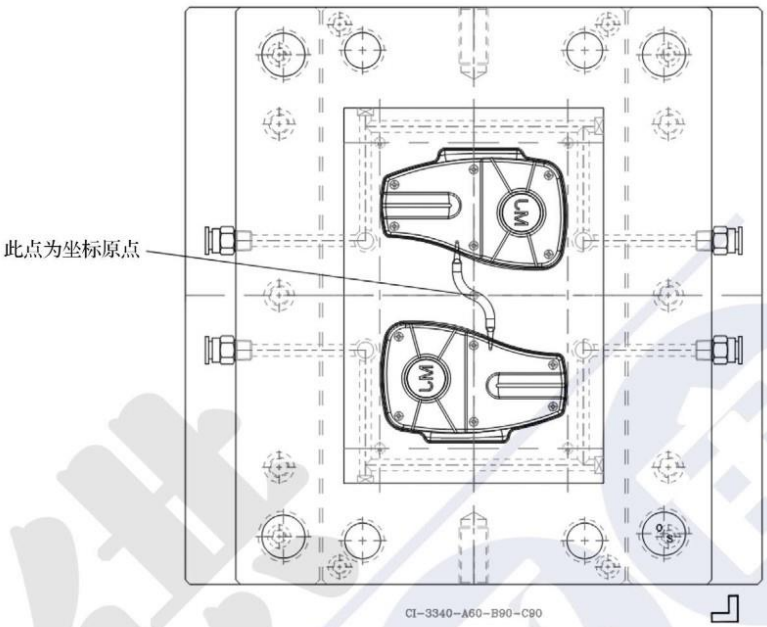


图 3-3-59　移动坐标系

(2)标注凹模、型芯尺寸。在菜单栏中选择【标注】—【坐标】命令并按空格键执行。按命令行提示单击指定一点为要标注的点；接着按命令提示在要放置标注的位置单击，完成第一个尺寸的坐标标注，如图 3-3-60 所示。

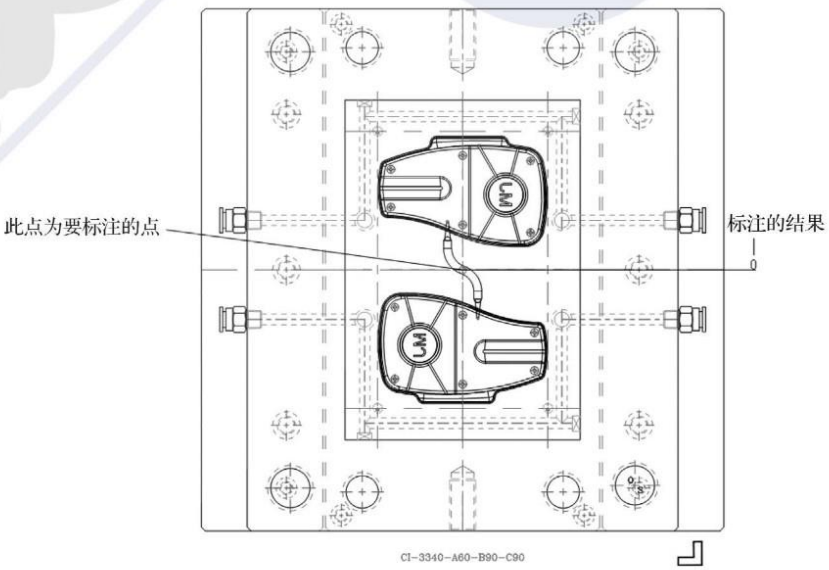


图 3-3-60　坐标标注

(3)按空格键重复执行坐标标注命令,分别标注凹模、型芯的长、宽尺寸,结果如图 3-3-61 所示。

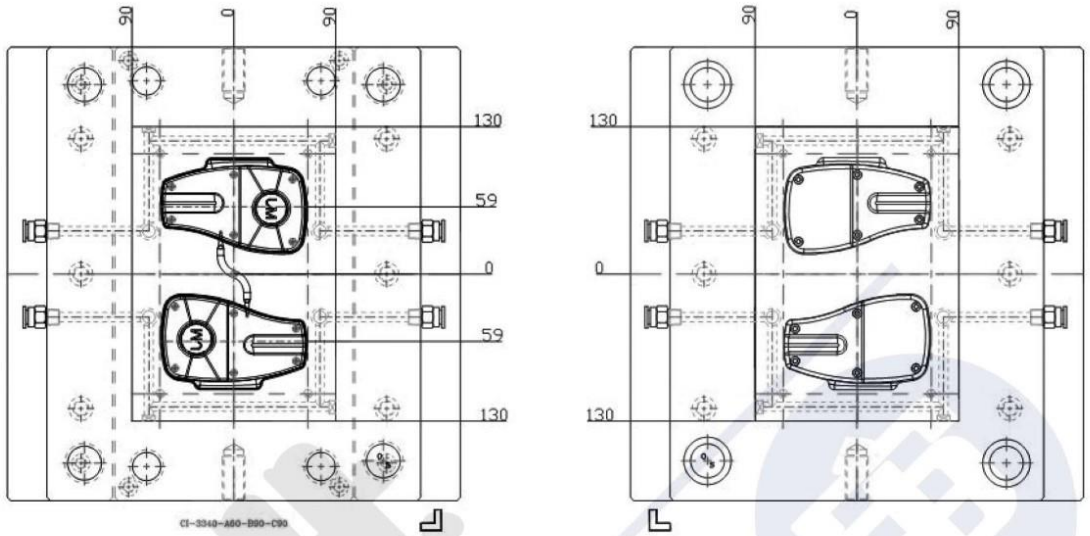


图 3-3-61 凹模、型芯的尺寸标注

(4)标注冷却水路、紧固螺钉的尺寸。在菜单栏中选择【标注】—【坐标】命令并按空格键执行。按命令行提示单击指定一点为要标注的点;接着按命令行提示在要放置坐标的位置单击,完成冷却水路尺寸的标注;继续按空格键重复执行坐标标注命令,完成紧固螺钉的尺寸标注,如图 3-3-62 所示。

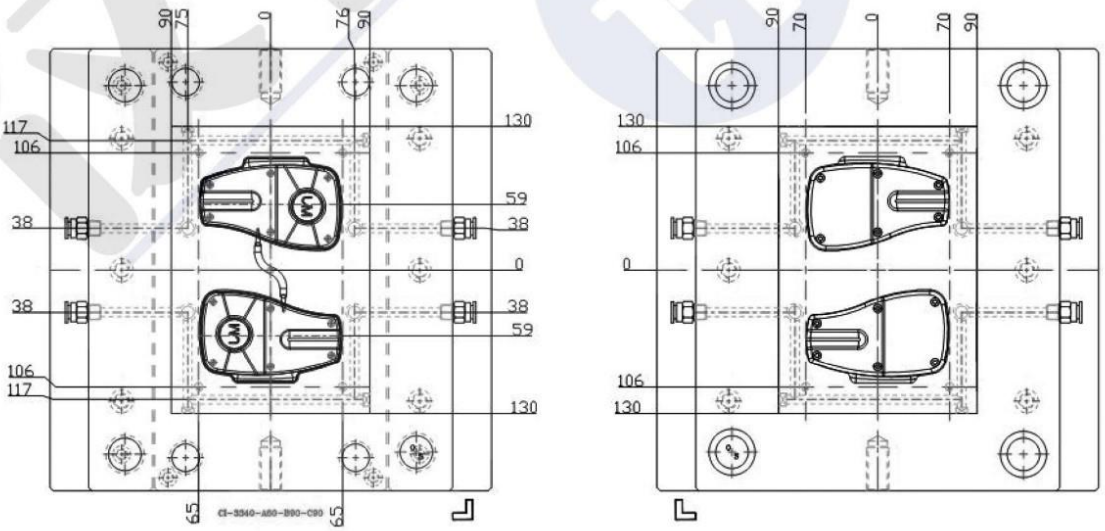


图 3-3-62 冷却水路、紧固螺钉的尺寸标注

(5)标注模架、导套等标准件的尺寸。重复执行坐标标注命令,完成模架长、宽和标准件尺寸的标注,结果如图 3-3-63 所示。

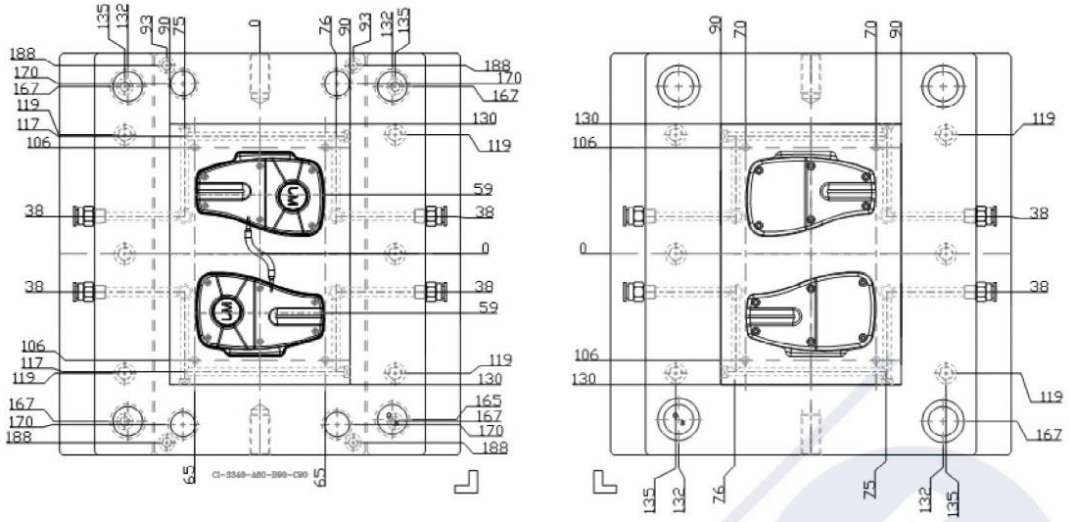


图 3-3-63　模架、导套等标准件的尺寸标注

任务四　模具分型设计

模具分型面的选择受制品的形状、高度、尺寸精度、浇口位置、镶件位置、表面要求、加工成本和成型设备等多方面因素的影响。模具分型面的选择应遵循以下原则：

- 应有利于产品脱模。
- 应避免对产品的外形造成损坏。
- 应有利于模具型腔的排气。
- 脱模时，制品应尽量留在动模处。

一、布局

1. 建立新模型任务

打开 UG 软件，将产品模型以 STP 格式导入 UG 8.0 中。操作步骤如下：

(1)选择【文件】—【导入】—【STEP214】，弹出【导入自 STEP214 选项】对话框，如图 3-4-1 所示。

(2)单击该对话框中的图标按钮，弹出文件选择目录，选取要导入的文件，最后单击【确定】按钮，完成产品模型的数据导入。

2. 对模型进行脱模方向的位置变换

因导入的产品位置与脱模方向不吻合，如图 3-4-2 所示，所以应对该产品进行位置变换。

图 3-4-1 【导入自 STEP214 选项】对话框

图 3-4-2 位置变换前产品与绝对坐标系的位置关系

操作步骤如下：

(1)单击【编辑】菜单中的【移动对象】图标按钮，系统弹出【移动对象】对话框，如图 3-4-3 所示。

图 3-4-3 【移动对象】对话框

(2)选择对象为整个产品，变换运动选择“CSYS 到 CSYS”，指定起始坐标为红色面的中心坐标，指定终止坐标为绝对坐标，结果选择“移动原先的”。菜单设置完成的结果如图 3-4-4 所示。

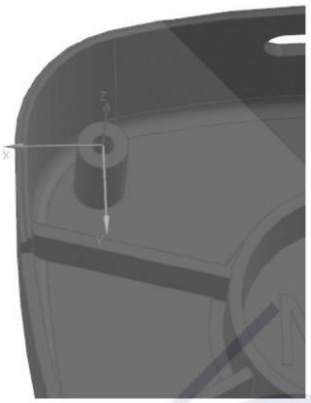


图 3-4-4　设置完成的移动对象

(3)最后单击【确定】按钮，完成产品的摆放，如图 3-4-5 所示。

图 3-4-5　产品完成移动摆放的效果

3. 将绝对坐标放置到产品几何中心

移动前产品与坐标系的位置关系如图 3-4-6 所示，移动后产品与坐标系的位置关系如图 3-4-7 所示。

图 3-4-6　移动前产品与坐标系的位置关系

图 3-4-7　移动后产品与坐标系的位置关系

4. 设置产品收缩率

(1)选择【编辑】菜单，单击【变换】图标按钮，弹出【变换】对话框，如图 3-4-8 所示，选

中整个产品模型，单击【确定】按钮，弹出图 3-4-9 所示的对话框，选择比例选项，弹出图 3-4-10 所示的对话框，在输出坐标设置栏中将参考设置为“WCS”，单击【确定】按钮，弹出图 3-4-11 所示的对话框，输入收缩率为“1.005”，单击【确定】按钮，弹出图 3-4-12 所示的对话框，单击【移动】选项，单击【取消】按钮，完成该图形的收缩设置。

图 3-4-8 【变换】对话框(1)

图 3-4-9 【变换】对话框(2)

图 3-4-10 【点】对话框

图 3-4-11 【变换】对话框(3)

图 3-4-12 【变换】对话框(4)

(2)测量移动距离的步骤如图 3-4-13、图 3-4-14 所示。

图 3-4-13 测量移动距离(1)

图 3-4-14 点参数设置

(3)单击最大投影面上的点测量距离，如图 3-4-15 所示。

图 3-4-15　测量移动距离(2)

(4)移动对象至最大投影面上，结果如图 3-4-16 所示。

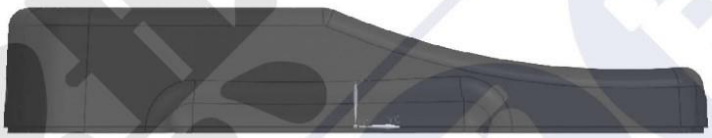


图 3-4-16　产品侧视图

(5)进入草图，绘制方框，确定型芯的大小，如图 3-4-17 所示。

布局后的效果如图 3-4-18 所示。

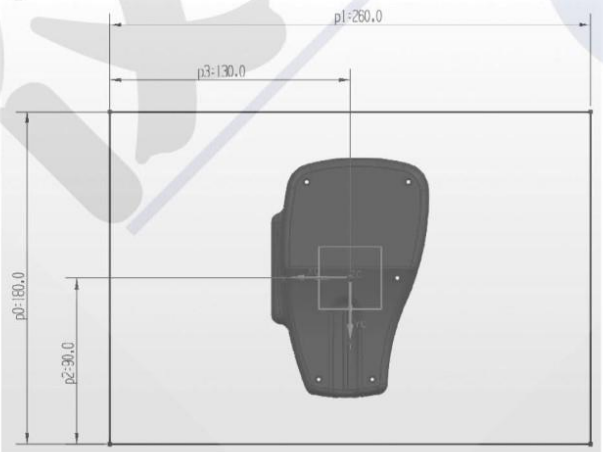


图 3-4-17　草图

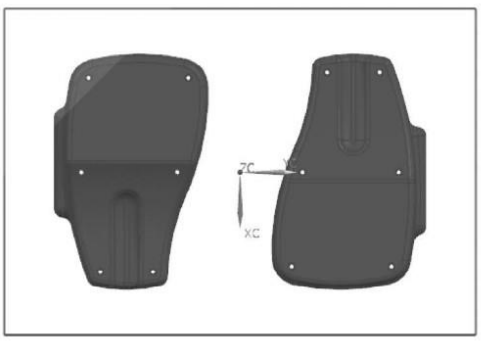


图 3-4-18　布局后的效果

二、分型

1. 分析产品的分型面

选择下拉菜单【分析】—【塑模部件验证】—【检查区域】，如图 3-4-19 所示。

(1)选择产品实体，指定脱模方向，然后进行计算，如图 3-4-20 所示。

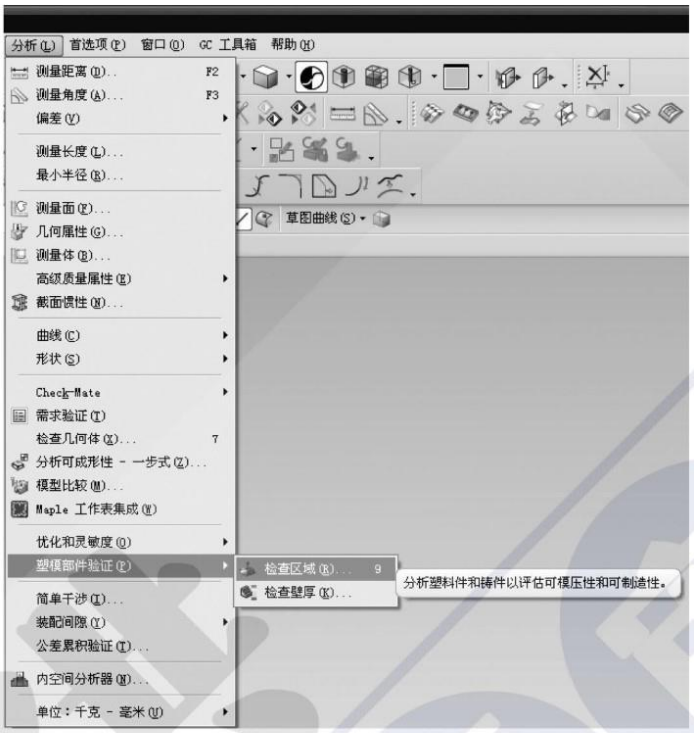


图 3-4-19 打开检查区域

(2)设置拔模角度限制，在【面】选项卡中设置所有面的颜色，如图 3-4-21 所示。

图 3-4-20 【检查区域】对话框(1)

图 3-4-21 【检查区域】对话框(2)

(3)在【区域】选项卡中设置所有面的颜色，指派到区域(看哪些面需要指派到型腔区域)，如图 3-4-22 所示。

(4)分析出来的效果如图 3-4-23 所示。

图 3-4-22　【检查区域】对话框(3)

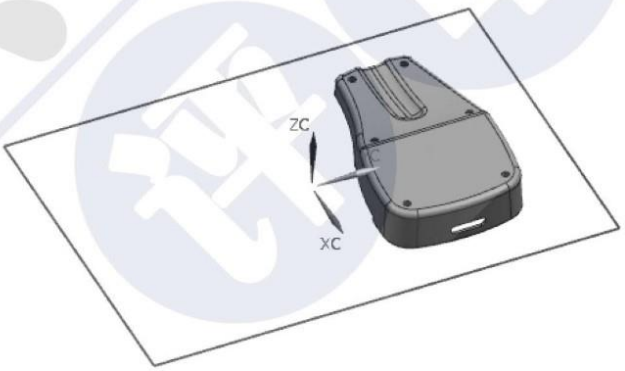


图 3-4-23　分析效果

2. 补面

(1)单击【N 边曲面】图标按钮(孔的面可以用 N 边曲面来补)，选择需要补面的边沿，如图 3-4-24 所示。

(2)单击【拉伸】图标按钮，弹出【拉伸】对话框，依次选择红色区域内的边界线，设置拉伸方向为 *YC* 轴，拉伸开始距离为“0”，拉伸结束距离为“8”mm，如图 3-4-25 所示。设置完成后单击【确定】按钮，部分高低面的创建如图 3-4-26 所示。

(3)如图 3-4-26 所示单击测量距离，再次单击【拉伸】图标按钮，设置拉伸距离为测量出来的距离，拉伸方向为 $-ZC$ 轴，做出高低面侧面，结果如图 3-4-27 所示。

(4)单击【N 边曲面】图标按钮，将零件柱子的孔补起来，如图 3-4-28 所示。

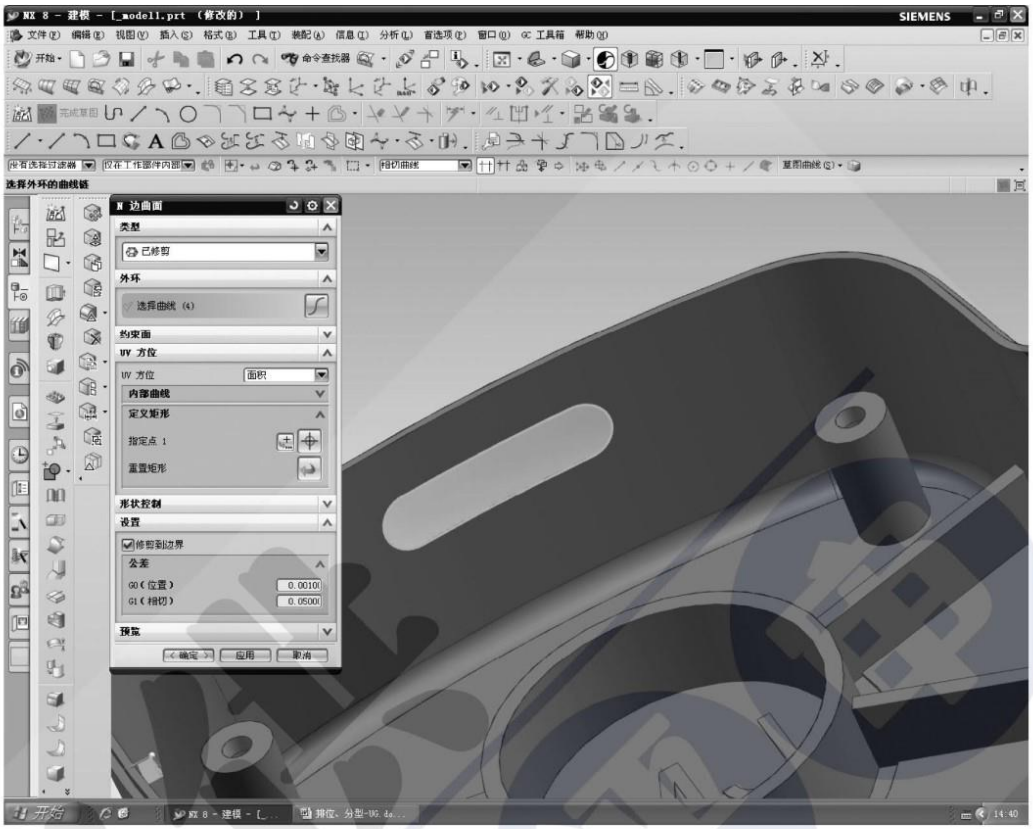


图 3-4-24　选择需要补面的边沿

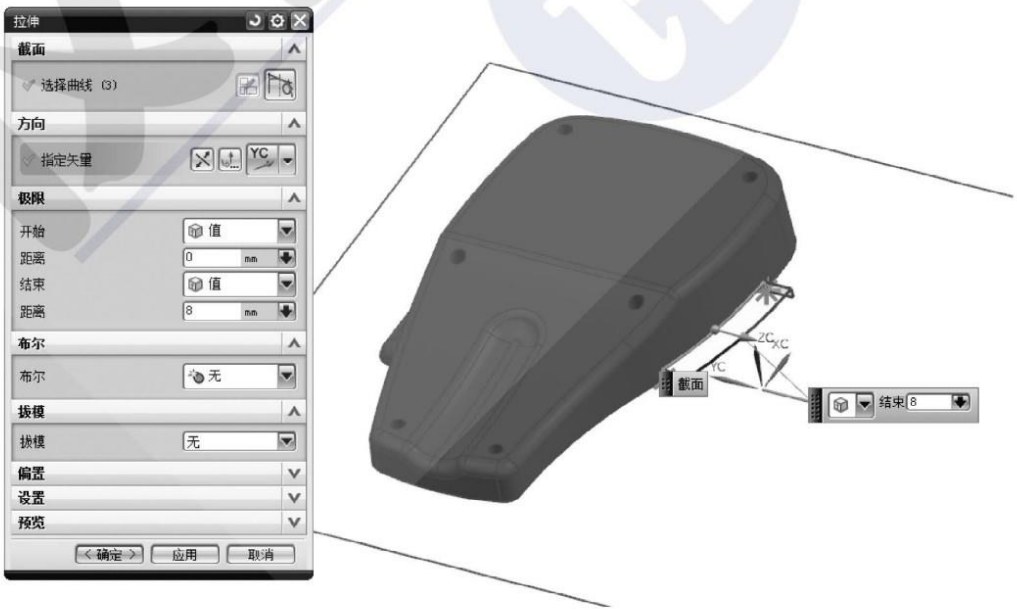


图 3-4-25　选择高低面的边缘进行拉伸

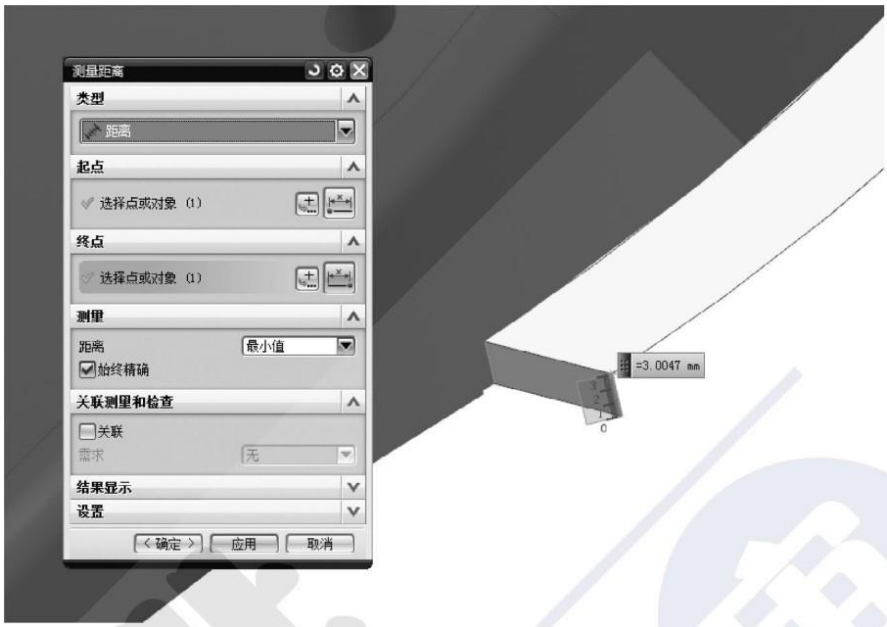


图 3-4-26　测量距离

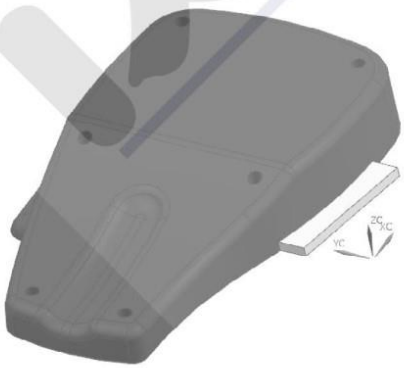


图 3-4-27　枕位的效果

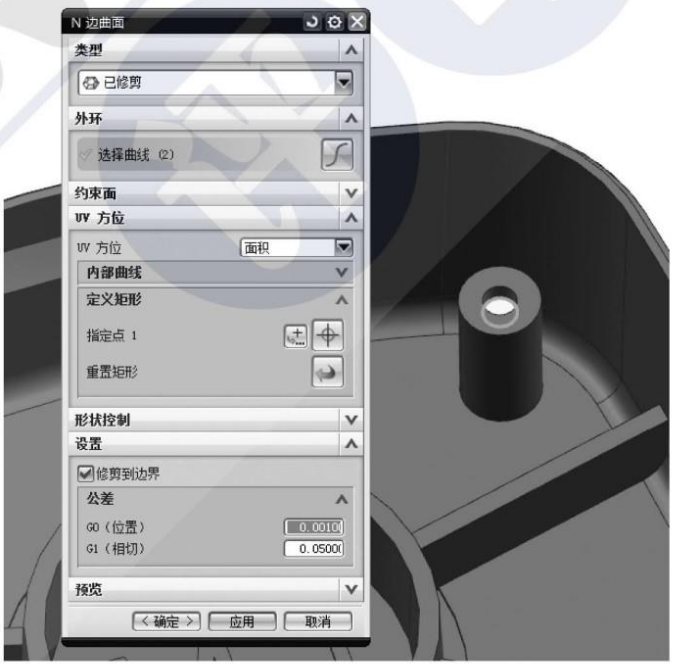


图 3-4-28　补孔

(5)单击【抽取体】图标按钮抽取外表面区域，抽取体的类型选择“面”，面选项选择“单个面”，选择“隐藏原先的”，如图 3-4-29 所示。使用颜色过滤器对所抽取面的颜色进行过滤，颜色过滤器的打开方法如图 3-4-30 所示。过滤选定的颜色为“从对象继承”，继承的面选择要抽取的产品外表面，如图 3-4-31 所示。框选产品所有面，将产品外表面抽出，效果如图 3-4-32 所示。

图 3-4-29 【抽取体】对话框

图 3-4-30 打开颜色过滤器

图 3-4-31 选择要过滤的颜色

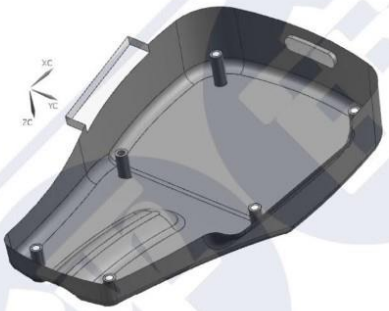


图 3-4-32 抽取出的片体

(6)单击【直纹】图标按钮 ,根据排位时做出的型芯线做出分型面,如图 3-4-33 所示。

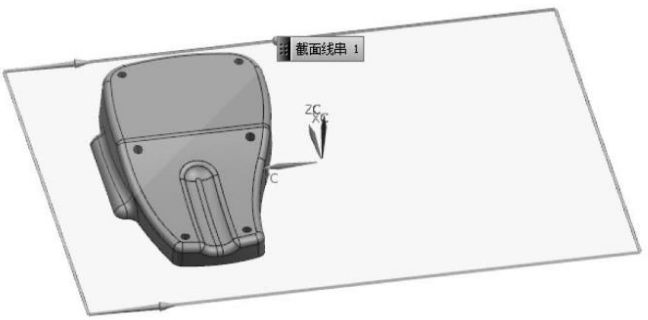


图 3-4-33 创建分型面

(7)单击【修剪片体】图标按钮，对分型面进行修剪，目标片体选择分型面，边界对象选择抽取的最大轮廓线，区域选择“保持”，如图 3-4-34 所示。

图 3-4-34　修剪分型面

(8)修剪完成后使用移动对象命令对产品外表面进行旋转，旋转方向选择 *ZC* 方向，轴点为绝对坐标原点，角度为 180°，结果选择“复制原先的”，如图 3-4-35 所示。

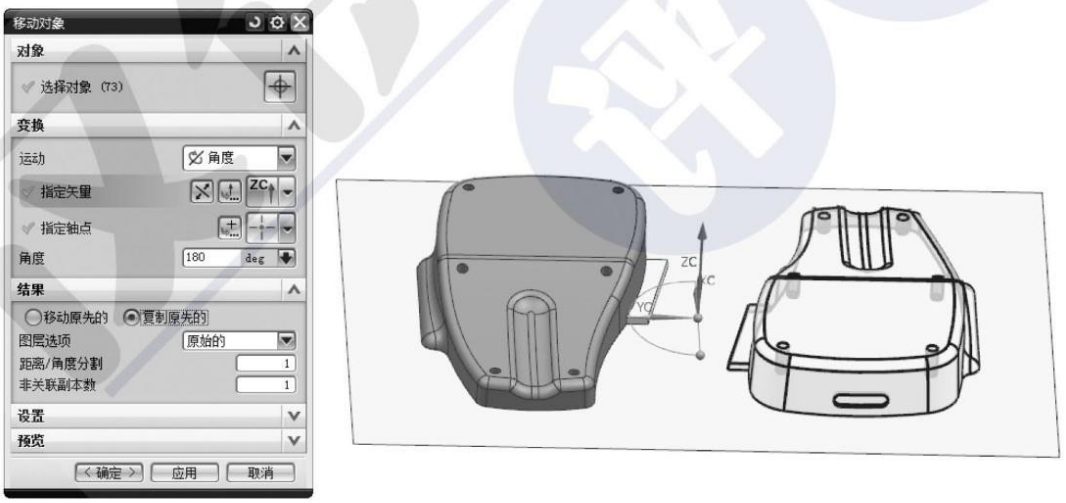


图 3-4-35　移动对象

(9)旋转完成后按照上面的方法对分型面进行修剪，修剪完成后的效果如图 3-4-36 所示。

(10)完成后单击【缝合】图标按钮，对所有片体进行缝合，目标选择分型面，工具选择所有片体，如图 3-4-37 所示。

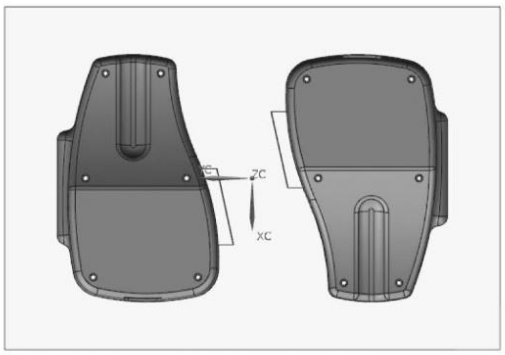


图 3-4-36　分型面修剪完成

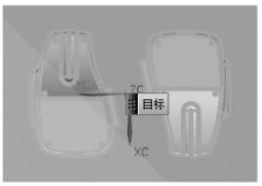


图 3-4-37　缝合片体

(11)缝合完成之后对片体边界进行检查，选择分析—检查几何体—片体边界，检查对象选择所有片体，选择完成之后单击检查几何体，检查完成后的产品边界数，当边界数为 1 时，分型面建立完成，如图 3-4-38 所示。

图 3-4-38　检查几何体是否有破面(如有破面需进行修补)

(12)检查完成后使用修剪和延伸命令将分型面四边向外延长 2 mm，如图 3-4-39 所示。

3. 拆分凸、凹模

选择分型面边框拉伸一个长方体(开始距离为－25，结束距离为 45)，如图 3-4-40 所示。单击【拆分体】图标按钮，弹出图 3-4-41 所示的对话框，目标选择“长方体”，工具选项选择“面或平面”，单击分型面，单击【确定】按钮。对产品和型芯求差，如图 3-4-42 所示。型芯、凹模成型，如图 3-4-43 所示。将凹模上高低面处向内偏置 1 mm，将高低面倒圆角，如图 3-4-44～图 3-4-46 所示。

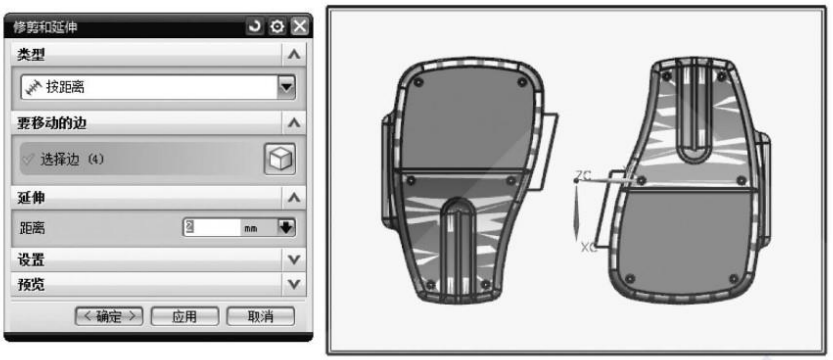


图 3-4-39　修剪和延伸

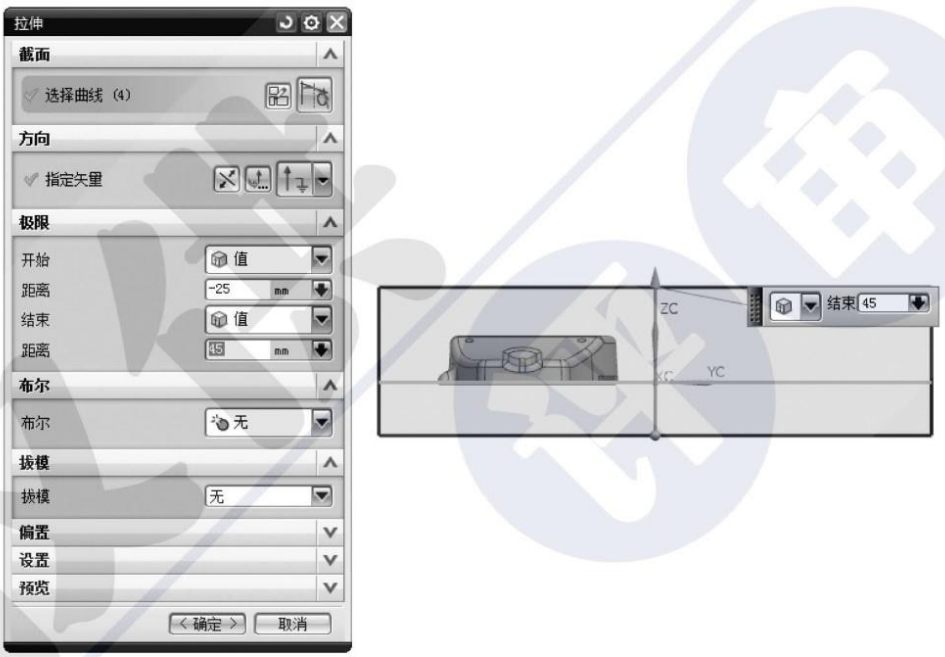


图 3-4-40　拉伸一个长方体

图 3-4-41　拆分体

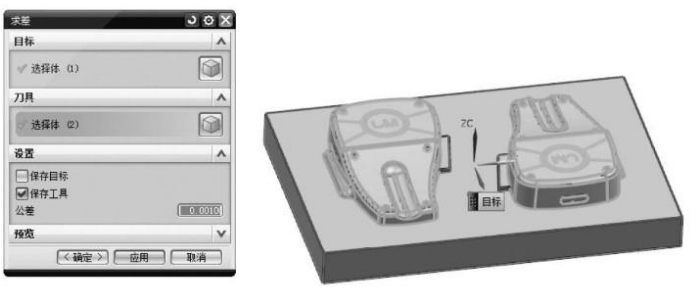


图 3-4-42　对产品和型芯求差

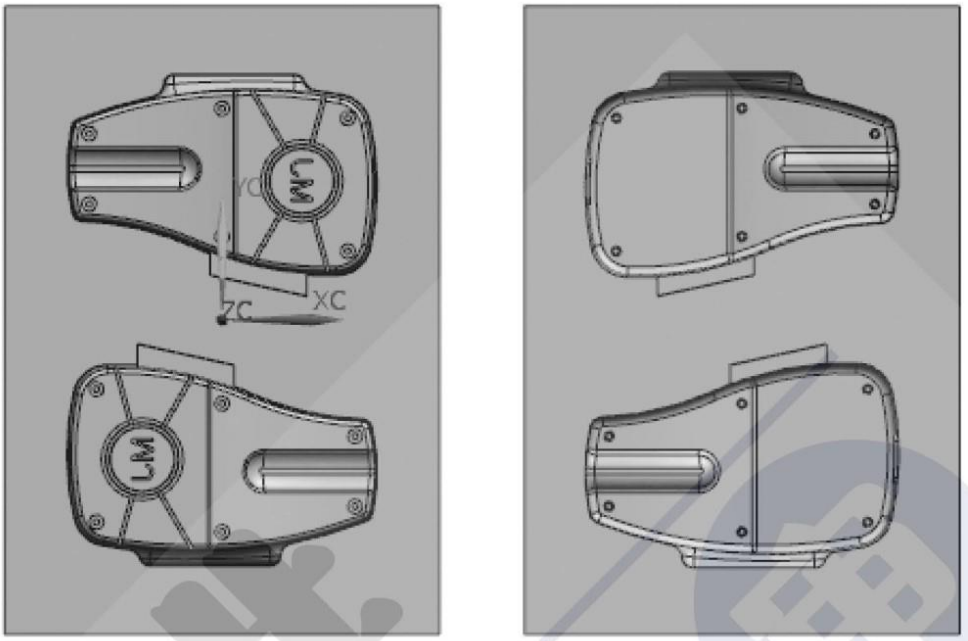


图 3-4-43　型芯、凹模成型

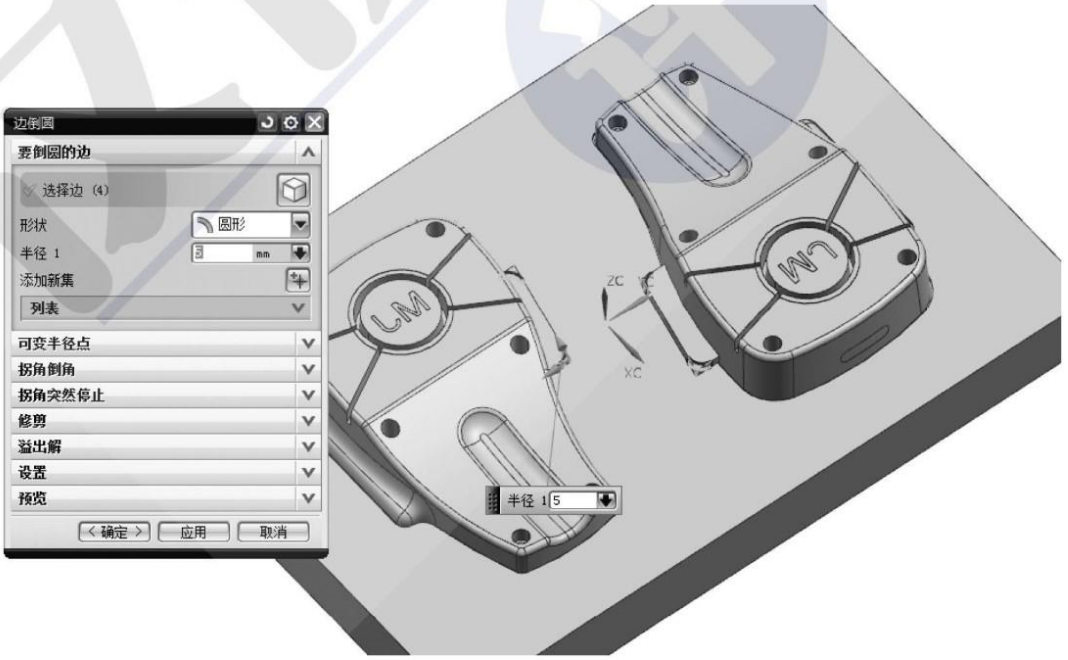


图 3-4-44　型芯枕位倒圆角

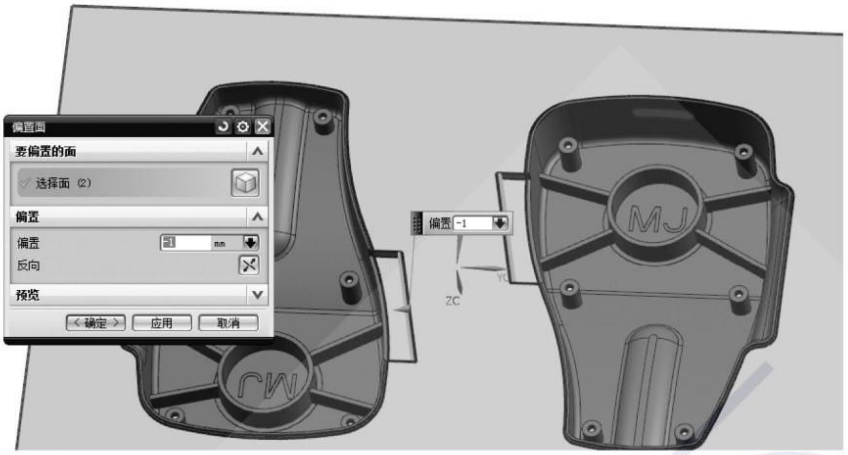


图 3-4-45　型腔向内偏置 1 mm

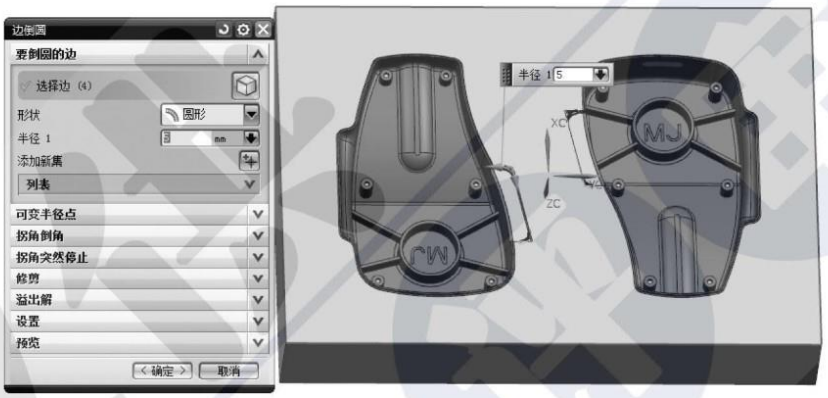


图 3-4-46　型腔枕位倒圆角

4. 创建壁卡、镶件、流道

壁卡和镶件设计的操作步骤如图 3-4-47～图 3-4-62 所示。

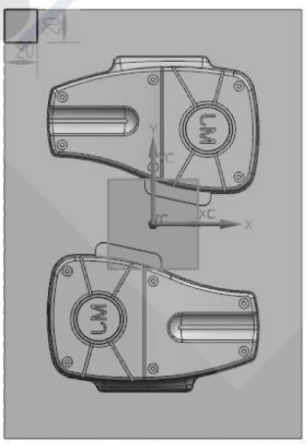


图 3-4-47　画 20 mm×20 mm 的正方形

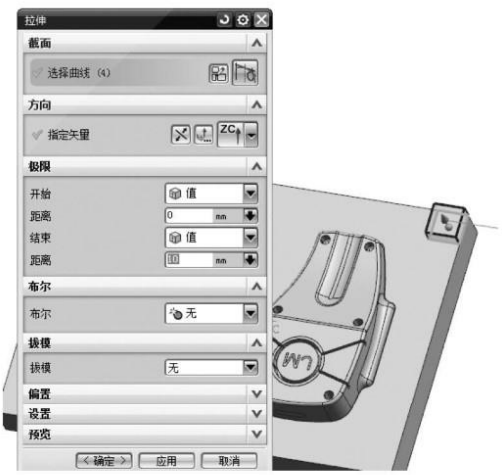


图 3-4-48　拉伸正方形高为 10 mm

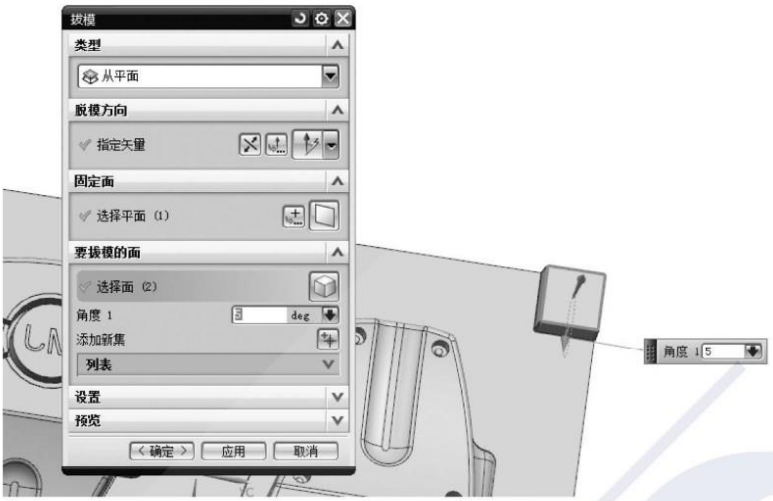


图 3-4-49　拔模 5°

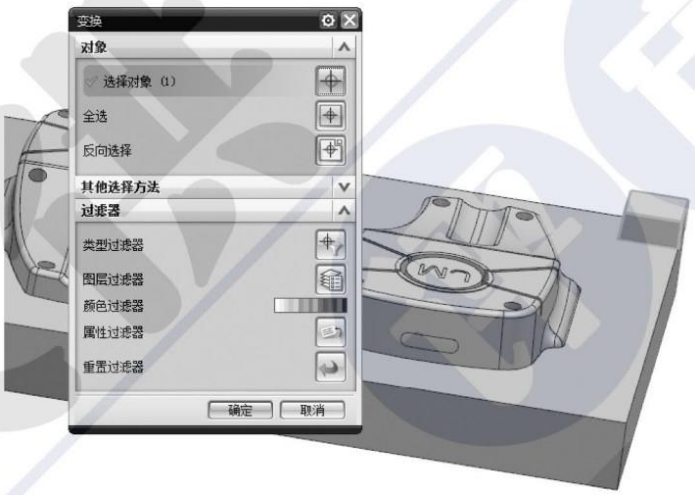


图 3-4-50　选择要变换的实体

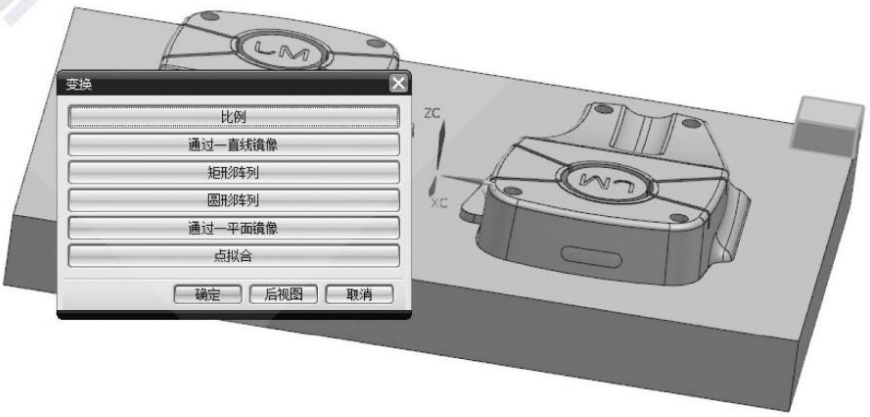


图 3-4-51　选择通过平面镜像

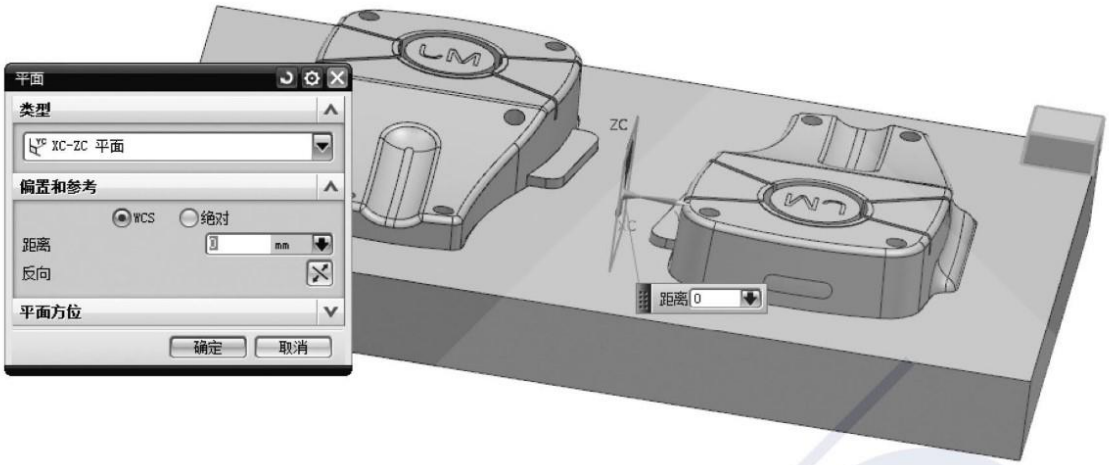


图 3-4-52　选择平面

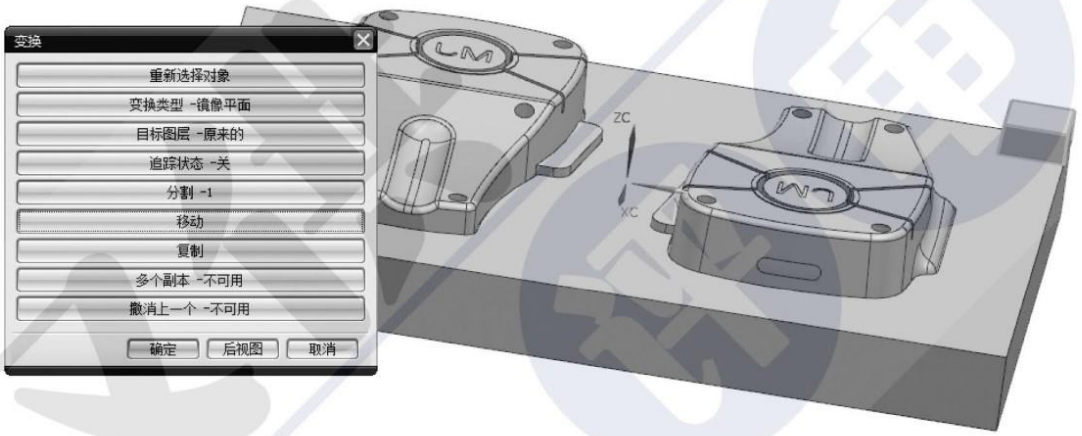


图 3-4-53　对边的一半壁卡进行操作

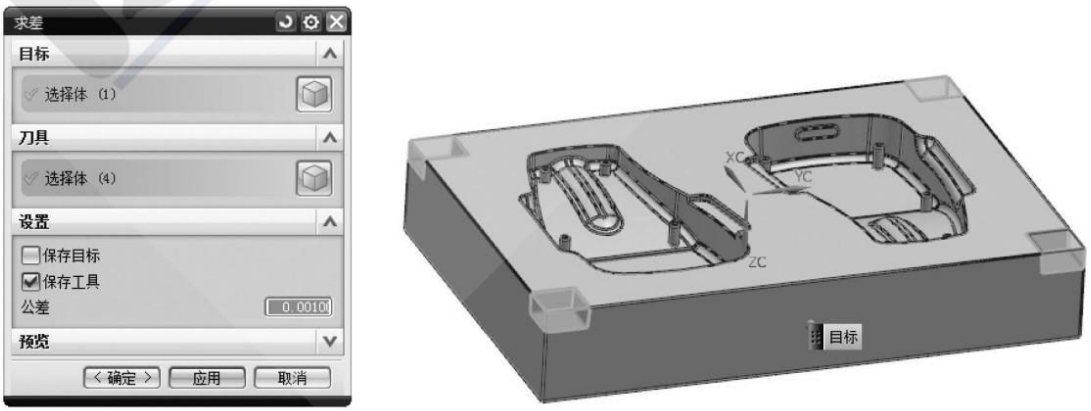


图 3-4-54　对壁卡和型腔求差

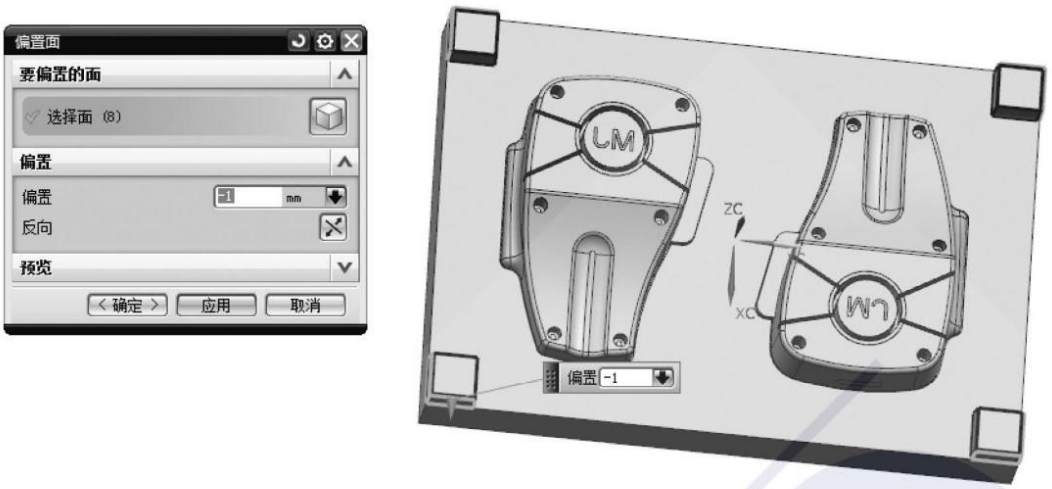


图 3-4-55　将壁卡侧壁向内偏置 1 mm

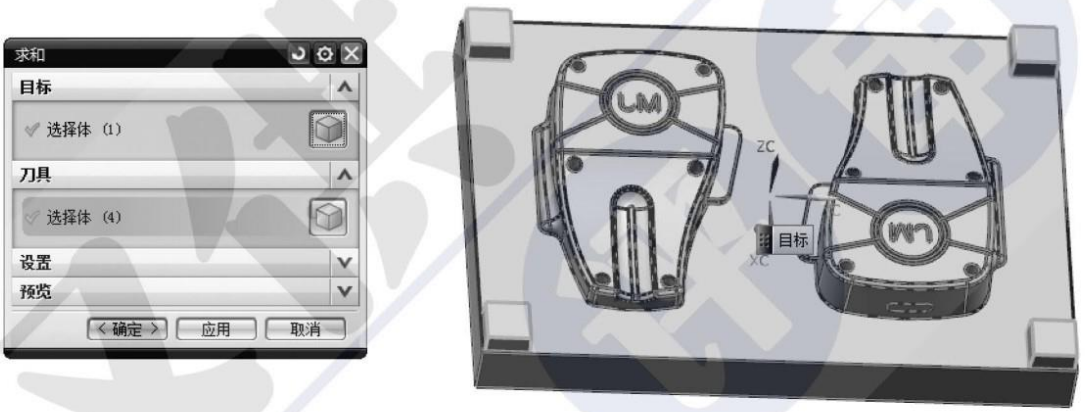


图 3-4-56　对壁卡和型芯求和

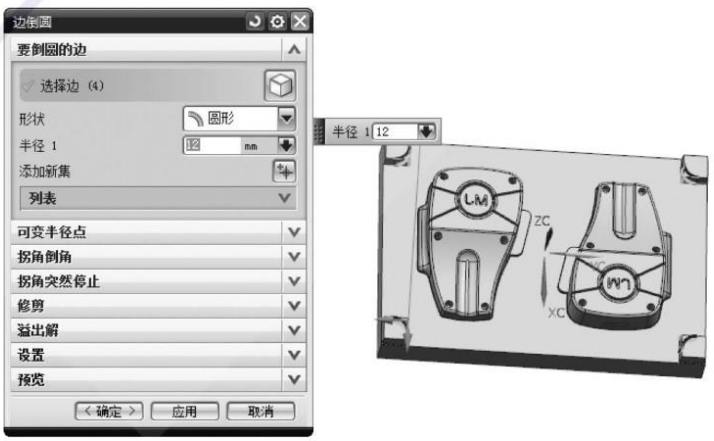


图 3-4-57　对型芯倒圆角 12 mm

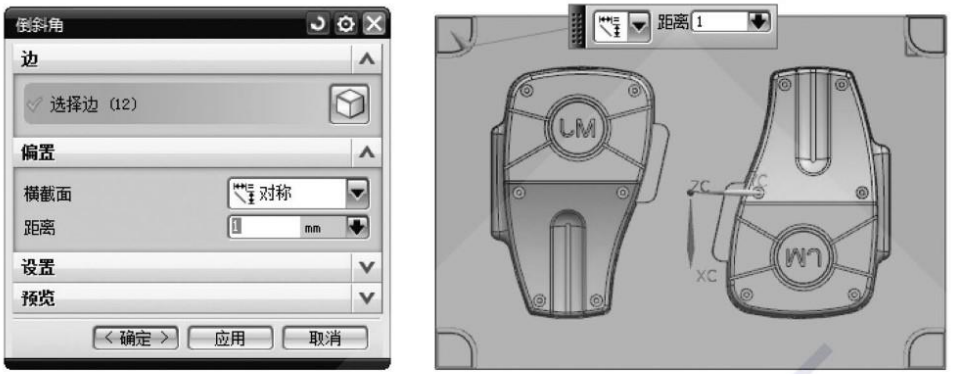


图 3-4-58　对型芯壁卡边倒角 1 mm

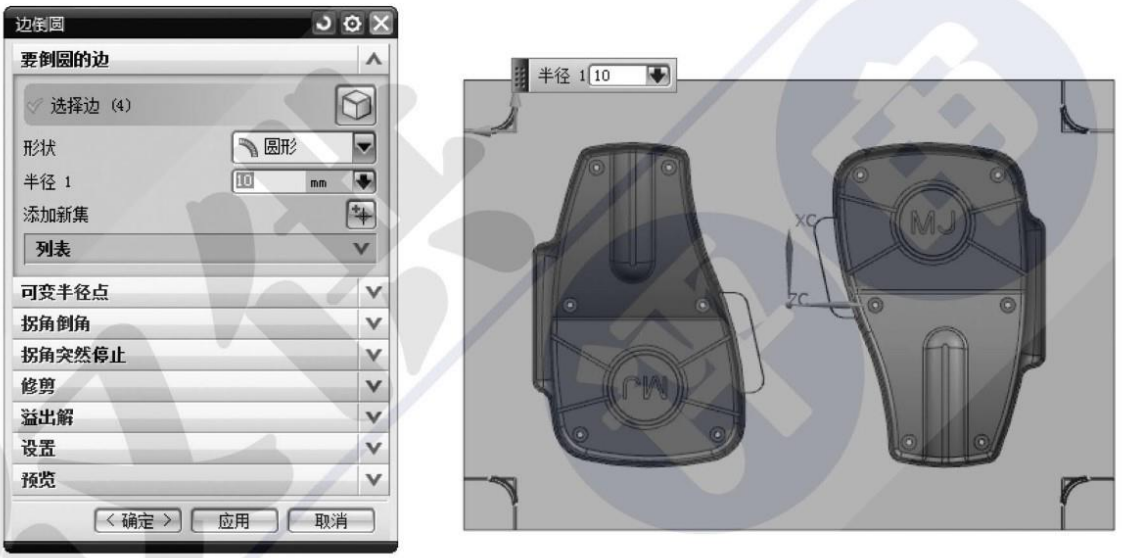


图 3-4-59　对凹模壁卡倒圆角 10 mm

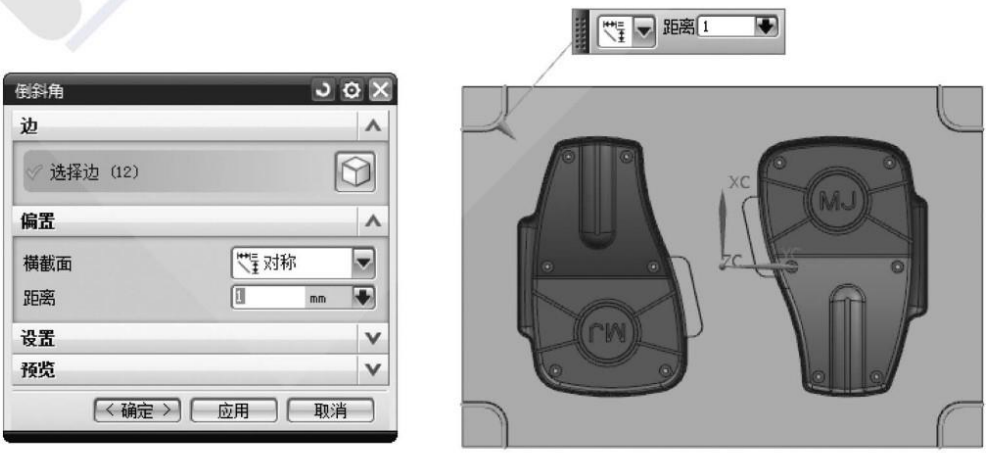


图 3-4-60　对凹模壁卡边倒角 1 mm

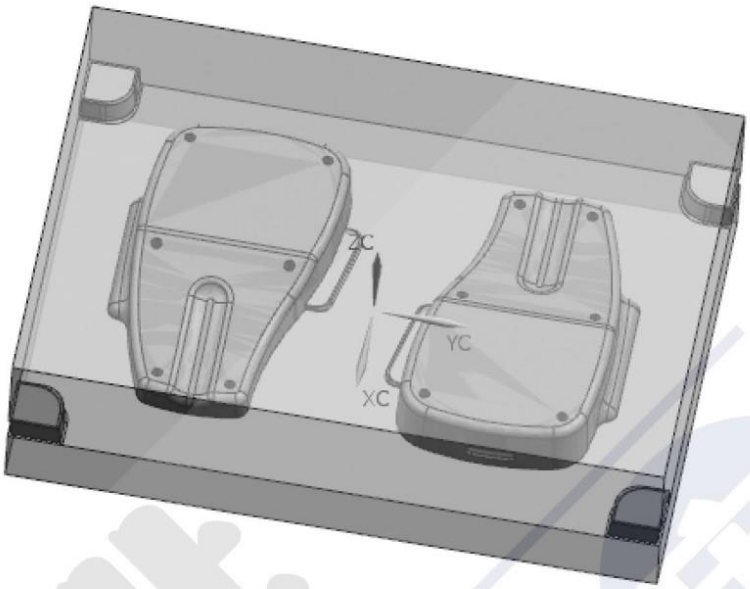


图 3-4-61 做完壁卡后的效果

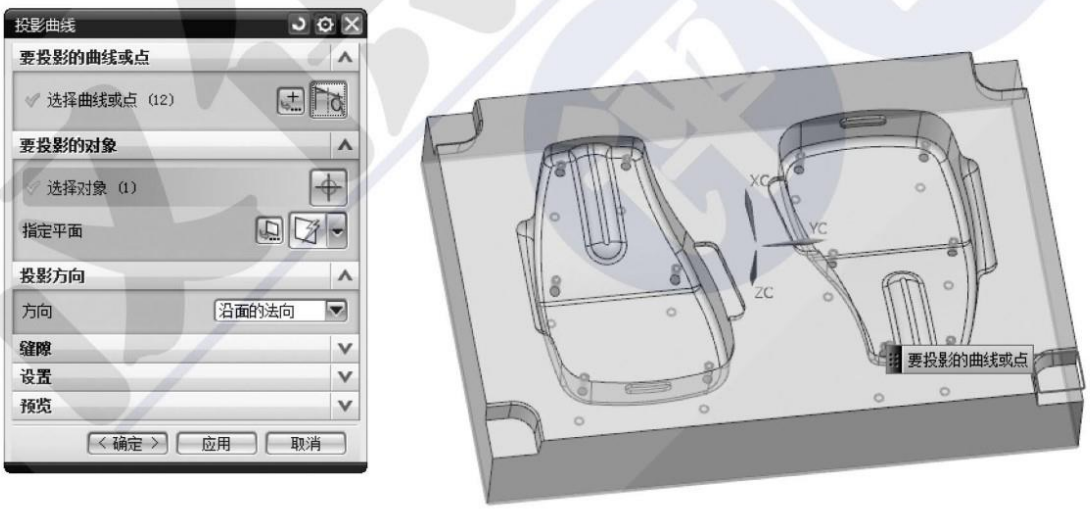


图 3-4-62 单击投影曲线，把镶件的轮廓线投影在底面

5. 其他镶件设计

单击【拆分体】图标按钮，目标选择凹模，工具选择拉伸，选择需要拉伸的线，选择方向为 *ZC* 轴，单击【确定】按钮，如图 3-4-63 所示。

拆分完成后将凹模隐藏掉，继续使用拆分体命令将镶件的挂台部分切割出来。拆分体目标选择镶件，工具选项选择“新建平面”，指定平面为自动判断的面，选择镶件末端的平面，偏移距离为－5 mm，单击【确定】按钮完成拆分，如图 3-4-64 所示。

使用偏置面命令将镶件挂台侧面偏置 2 mm，并对镶件挂台与前面部分求和，如图 3-4-65 所示。

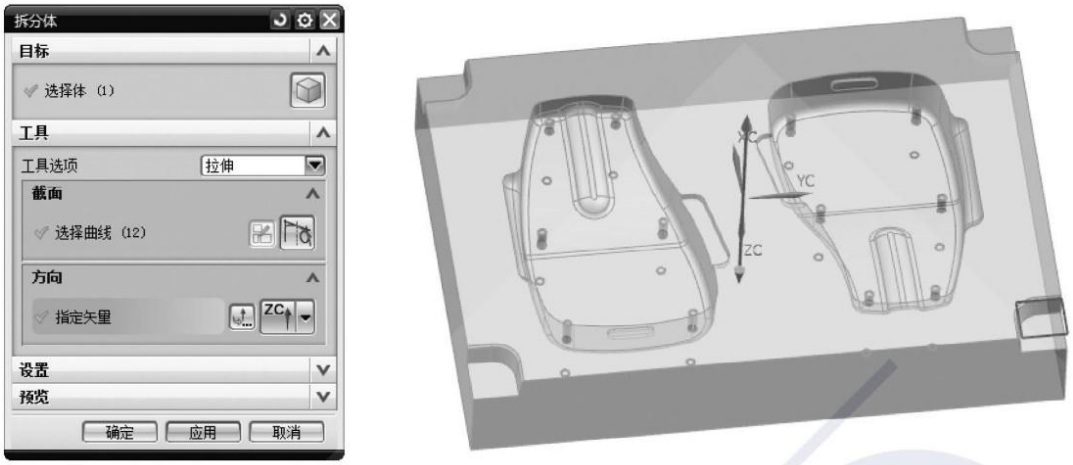


图 3-4-63　镶件拉伸

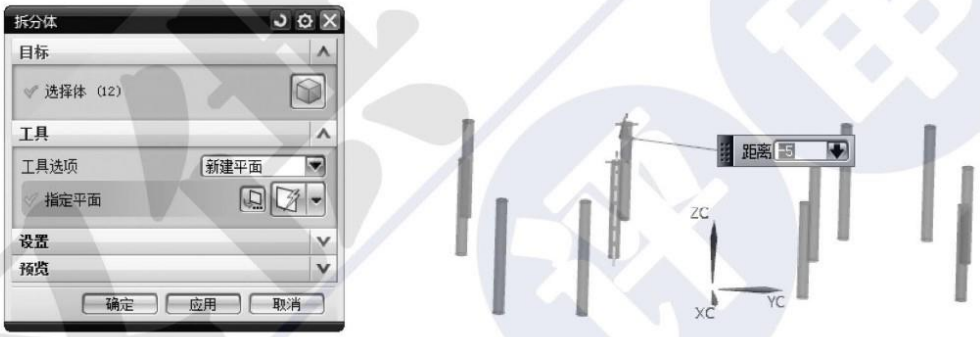


图 3-4-64　拆分体

图 3-4-65　镶件挂台

使用编辑对象显示命令将镶件颜色改为红色，如图 3-4-66 所示。

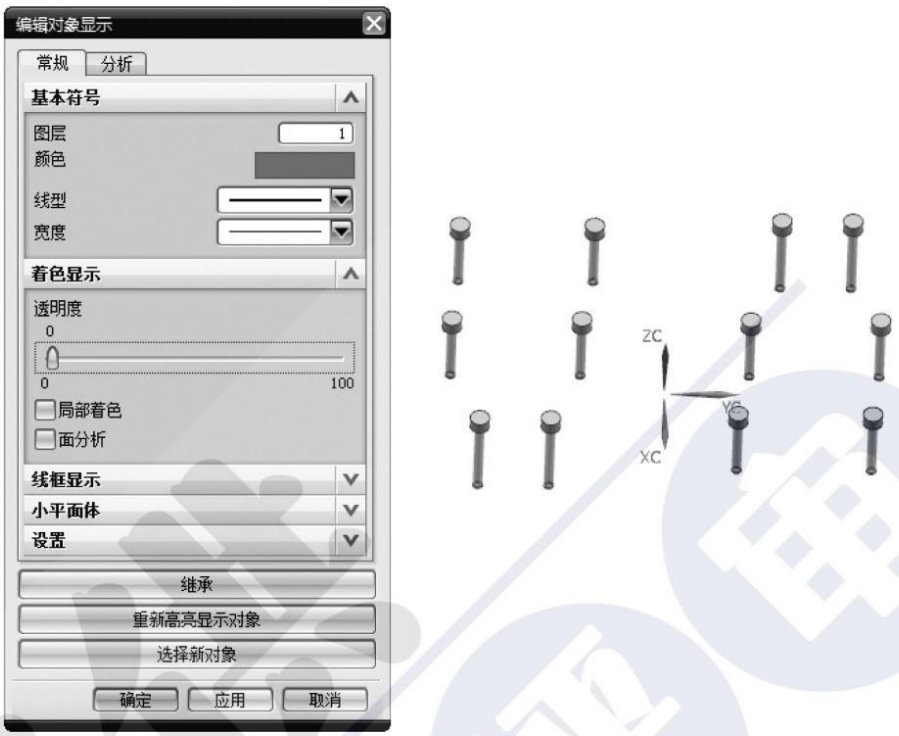


图 3-4-66　镶件显示

对型腔和镶件求差，如图 3-4-67 所示。

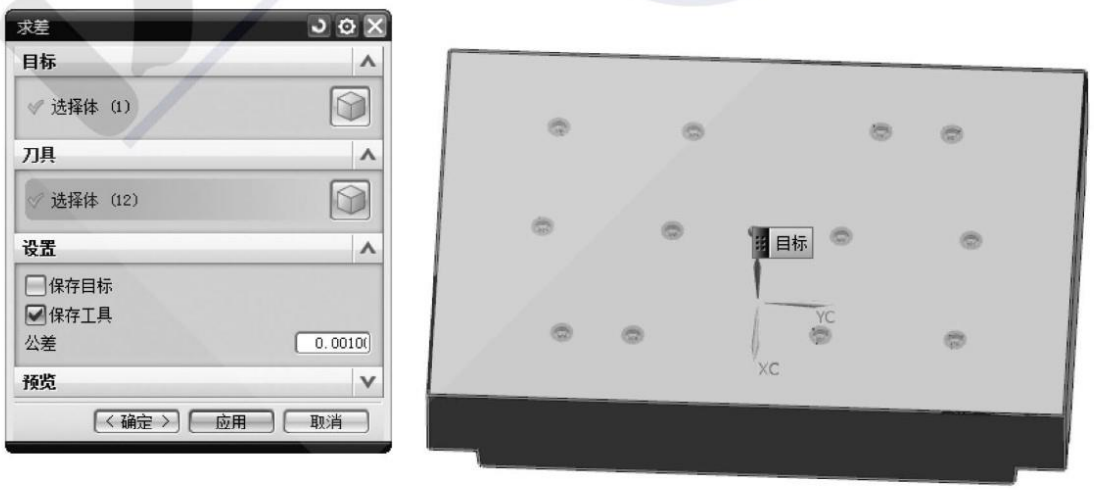


图 3-4-67　对型腔和镶件求差

按照图 3-4-68 所示对曲线进行拉伸。

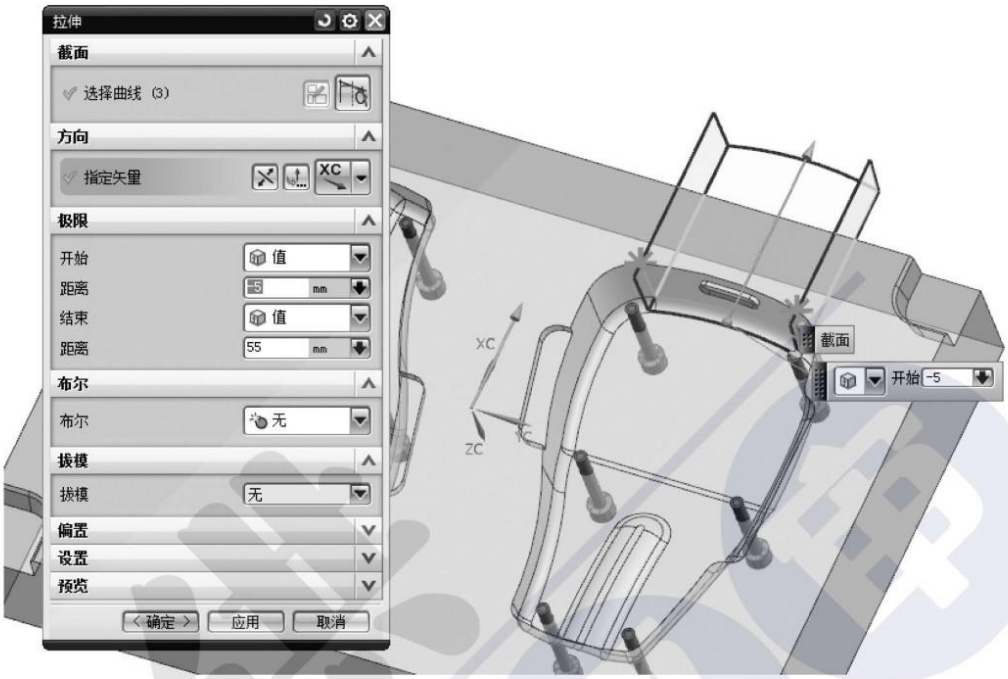


图 3-4-68　滑块边框线提取

使用修剪和延伸命令对片体两边进行延伸，延伸距离为 5 mm，如图 3-4-69 所示。

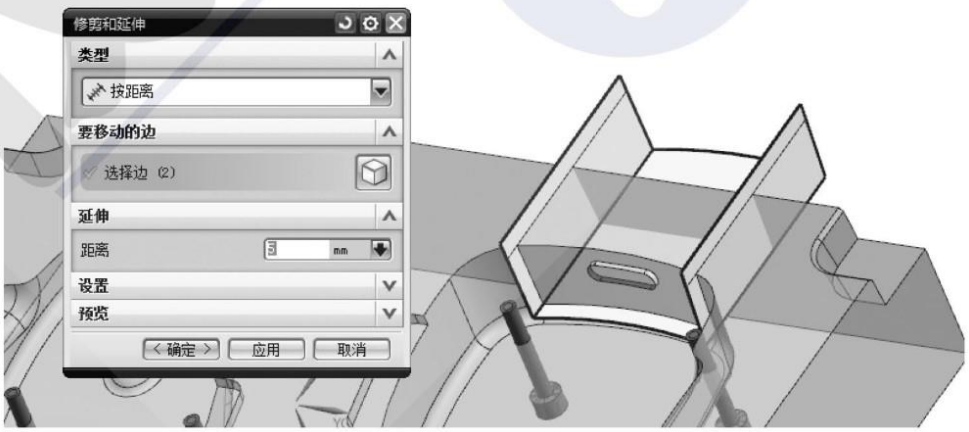


图 3-4-69　滑块边框延伸

使用移动对象命令对片体进行旋转复制，运动选择“角度”，矢量选择“ZC”方向，轴点选择绝对坐标原点，结果选择“复制原先的”，如图 3-4-70 所示。

使用拆分体命令将滑块拆分出来，拆分体工具选项选择“面或平面”，目标为型腔，工具为拉伸出来的片体，同时使用编辑对象显示命令将滑块颜色改为洋红，如图 3-4-71 所示。

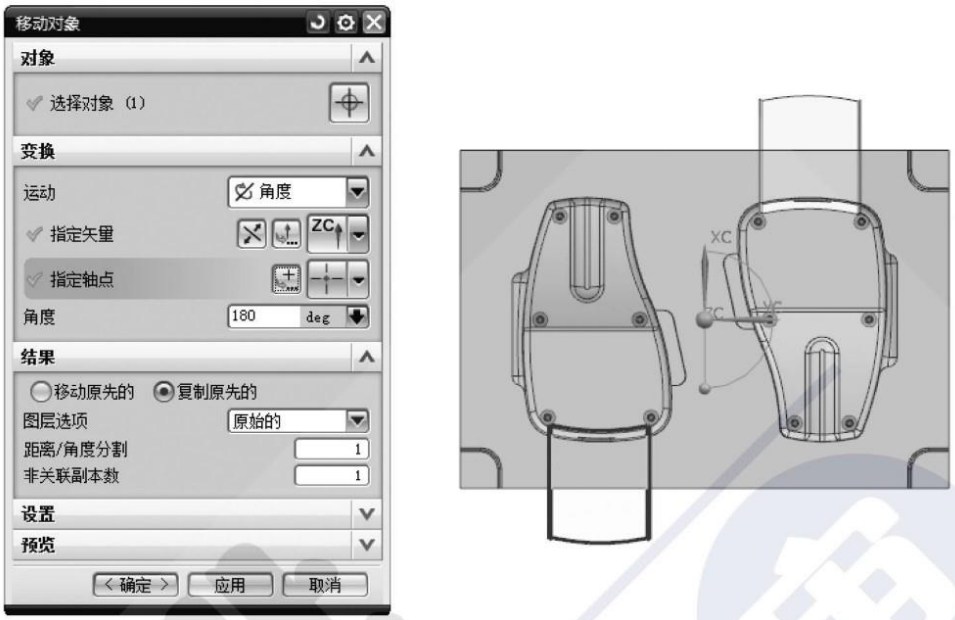


图 3-4-70　滑块边框复制

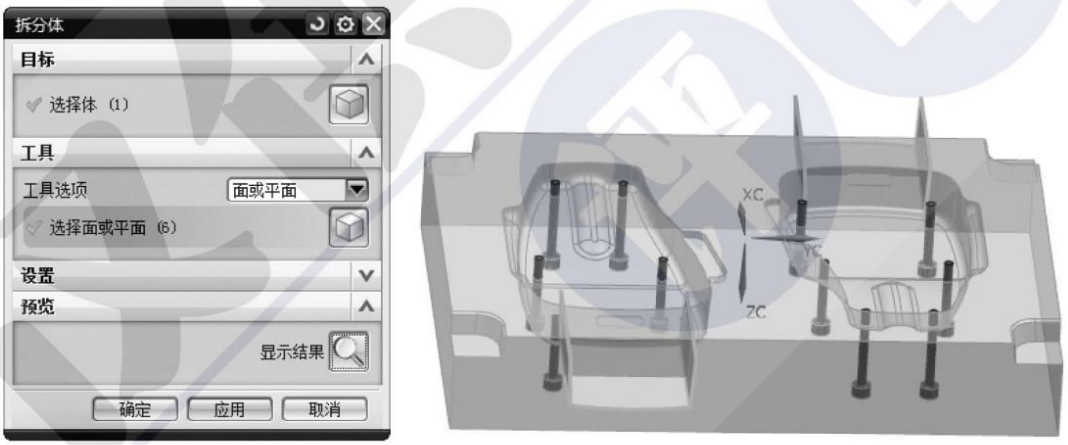


图 3-4-71　滑块拆分

任务五 模架与标准件设计

一、创建模架

在胡波外挂中选择【模坯系列】—【龙记模架】，弹出图 3-5-1 所示的模架调用对话框，选择“新建模坯”，弹出图 3-5-2 所示的对话框，按图所示进行模架参数设置，设置完成后单击【OK】按钮调出模架，模架效果如图 3-5-3 所示。

图 3-5-1　模架调用

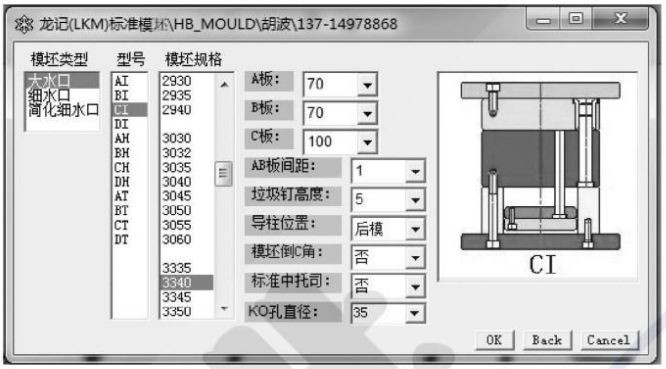


图 3-5-2　模架参数设置

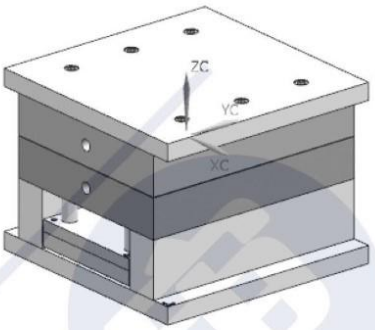


图 3-5-3　模架效果

二、模具开框

在胡波外挂中选择【模具特征建模】—【开框】，弹出图 3-5-4 所示的对话框，单击【确定】按钮，选择下模，弹出图 3-5-5 所示的对话框，选择“清角型”，单击【确定】按钮，弹出图 3-5-6 所示的对话框，单击【取消】按钮完成开框。选择上模，进行相同操作。

图 3-5-4　开框间隙设置

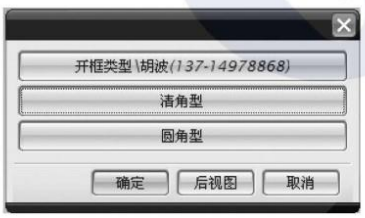


图 3-5-5　开框类型选择

图 3-5-6　清角参数设置

三、调用及修剪标准件

1. 调用定位环

在胡波外挂中选择【模具标准件】—【定位环】，弹出图 3-5-7 所示的对话框，选择 A 型定位环，弹出图 3-5-8 所示的对话框，按照图示设置参数，单击【Ok】按钮，调出定位环。完成后弹出定位对话框，单击【Cancel】按钮取消。

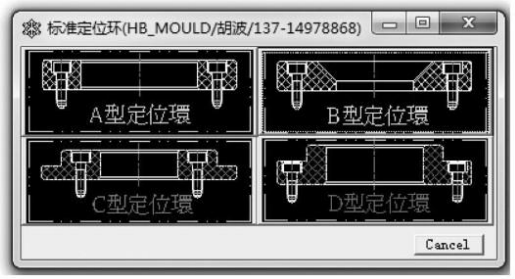


图 3-5-7　定位环类型选择

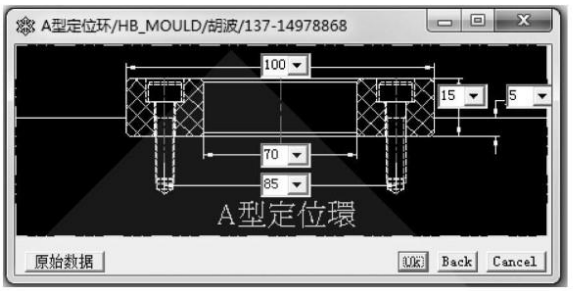


图 3-5-8　定位环参数设置

2. 调用浇口套(灌嘴)

在胡波外挂中选择【模具标准件】—【灌嘴】,弹出图 3-5-9 所示的对话框,选择 A 型灌嘴,弹出图 3-5-10 所示的对话框,选择“唧嘴放置于 A 板”,单击【确定】按钮,弹出图 3-5-11 所示的对话框,接受默认参数,单击【Ok】按钮,完成后会弹出浇口套定位对话框,单击【取消】按钮完成浇口套的调用,结果如图 3-5-12 所示。

图 3-5-9　浇口套类型选择

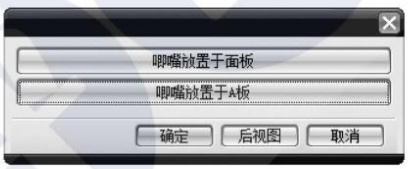


图 3-5-10　浇口套放置位置选择

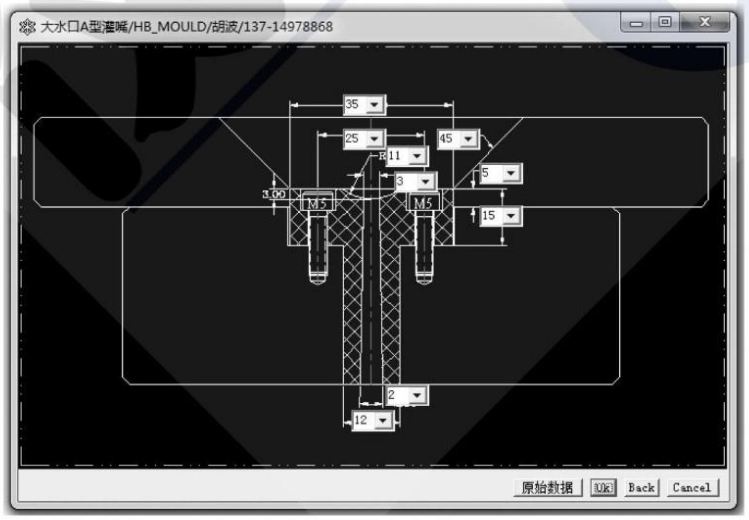


图 3-5-11　浇口套参数设置

图 3-5-12　调用浇口套结果

3. 修剪标准件

使用求差命令对型腔和浇口套求差,如图 3-5-13 所示。

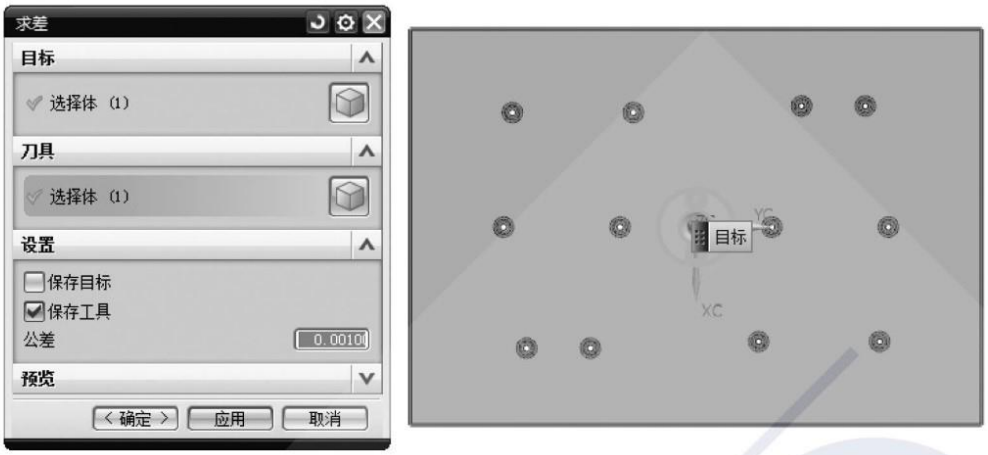


图 3-5-13　对型腔和浇口套求差

任务六　浇注系统设计与 CAE 分析

一、分流道设计

操作步骤如下：

(1)单击菜单【插入】—【任务环境】中的草图命令，弹出图 3-6-1 所示的【创建草图】对话框，类型选择“在平面上”，平面方法选择“创建平面”，指定平面选择“ZC”平面，单击【确定】按钮进入草绘模式。

(2)按照图 3-6-2 所示创建出浇注系统中心线。

(3)单击完成草图命令退出草绘模式，使用管道命令创建浇注系统，如图 3-6-3 所示。

(4)使用偏置面命令将创建好的浇注系统前端向后偏置 4 mm，如图 3-6-4 所示。

图 3-6-1　创建草图(1)

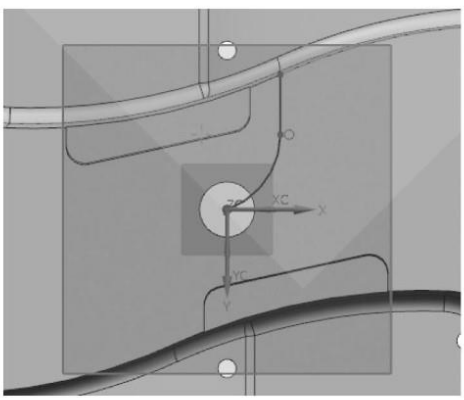


图 3-6-2　创建浇注系统中心线

图 3-6-3　使用管道命令创建浇注系统

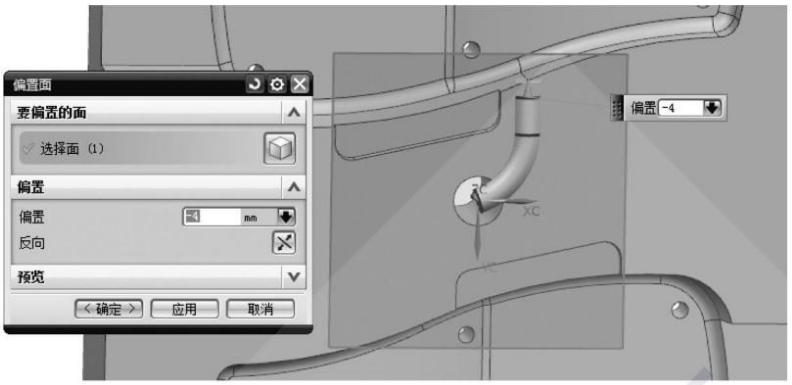


图 3-6-4　将浇注系统前端向后偏置 4 mm

(5)使用倒圆角命令倒 $R3$ 的圆角，如图 3-6-5 所示。

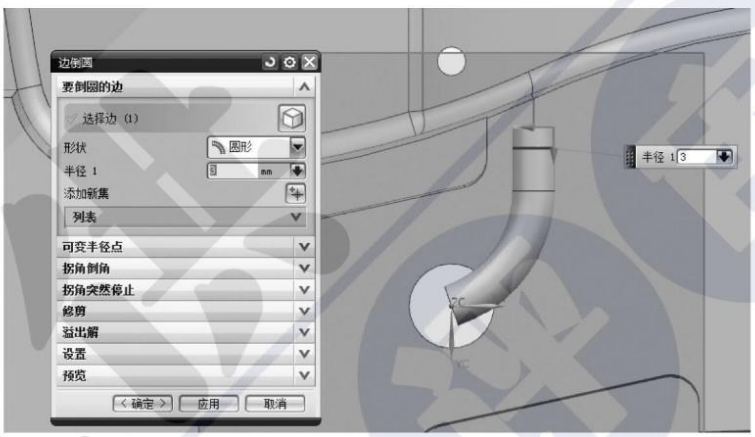


图 3-6-5　对浇注系统倒圆角

(6)使用移动对象命令将浇注系统的另一边作出来，对象选择已经创建好的浇注系统，运动选择“角度”，指定矢量选择 ZC 方向的矢量，指定轴点选择绝对坐标原点，角度选择 180°，结果选择“复制原先的”，如图 3-6-6 所示。

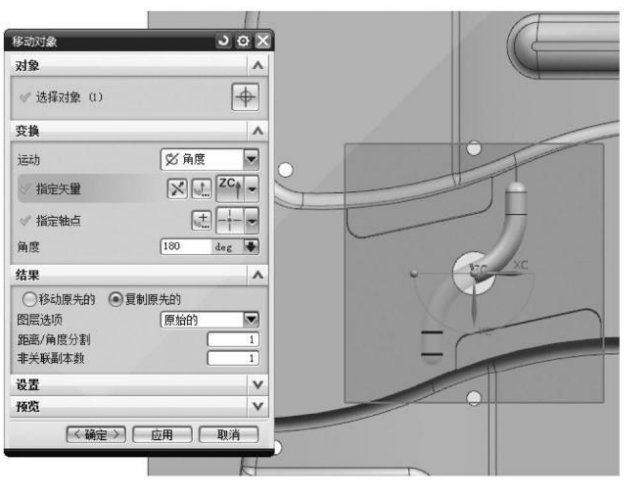


图 3-6-6　浇注系统创建

(7)使用求和命令对浇注系统进行求和,并与凹模和型芯进行求差。浇注系统完成效果如图 3-6-7 所示。

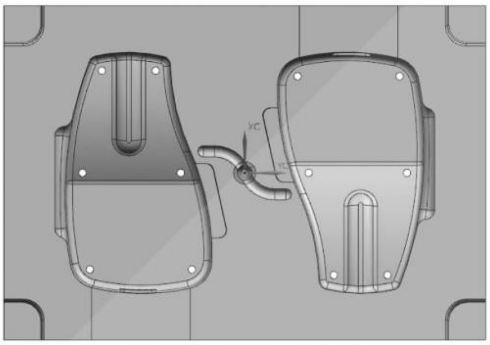


图 3-6-7　浇注系统完成效果

二、潜伏式浇口设计

操作步骤如下:

(1)单击菜单【插入】—【任务环境】中的草图命令,弹出图 3-6-8 所示的【创建草图】对话框,类型选择“在平面上”,平面方法选择“创建平面”,指定平面选择“ZC”平面,单击【确定】按钮进入草绘模式。

(2)在草绘模式下创建图 3-6-9 所示的圆,并进行尺寸约束,约束结果如图 3-6-9 所示。

图 3-6-8　创建草图(2)

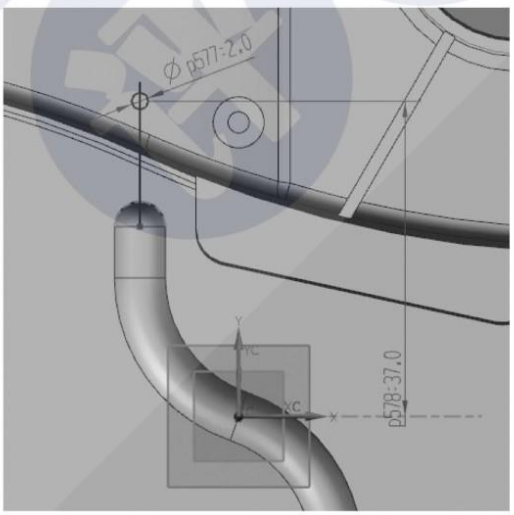


图 3-6-9　草图示意

(3)使用胡波外挂调出直径为 2 mm 的推杆,单击推杆(顶针)命令调出图 3-6-10 所示的对话框。

(4)选择“多点式公制顶针”,弹出图 3-6-11 所示的对话框,设置推杆直径为“2” mm,排位数为“0.01”,如图 3-6-11 所示。

(5)单击【Ok】按钮,弹出图 3-6-12 所示的对话框,将排位数改为“0.01”。

图 3-6-10　选择推杆

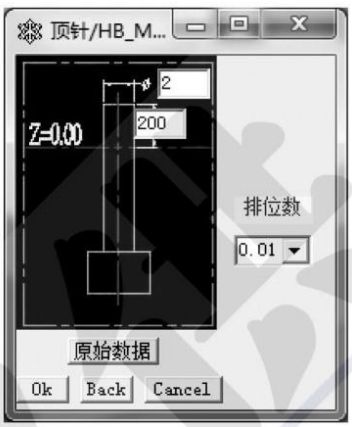


图 3-6-11　设置推杆参数

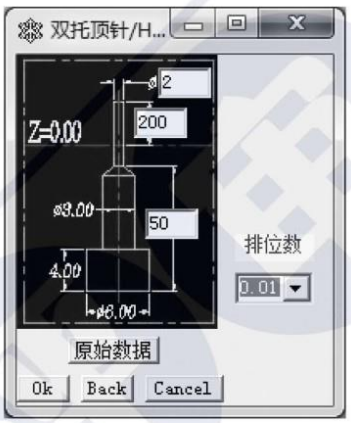


图 3-6-12　修改排位数

(6)单击【Ok】按钮，弹出【点】对话框，选择圆的中心，然后单击【取消】按钮调出推杆，如图 3-6-13 所示。

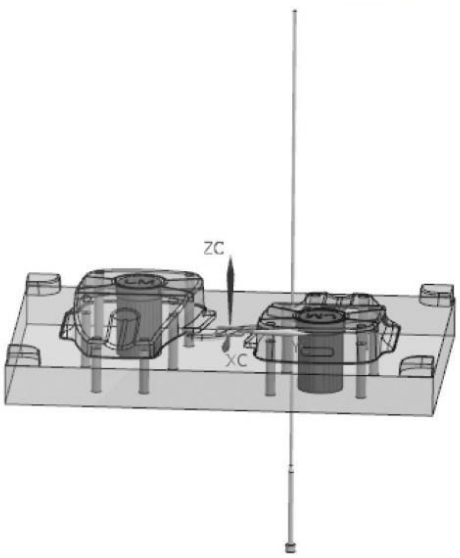


图 3-6-13　调出推杆

(7)使用替换面命令将推杆顶端与型芯上表面替换成同样的平面，然后使用移动对象命令将推杆旋转 180°，旋转后的效果如图 3-6-14 所示。

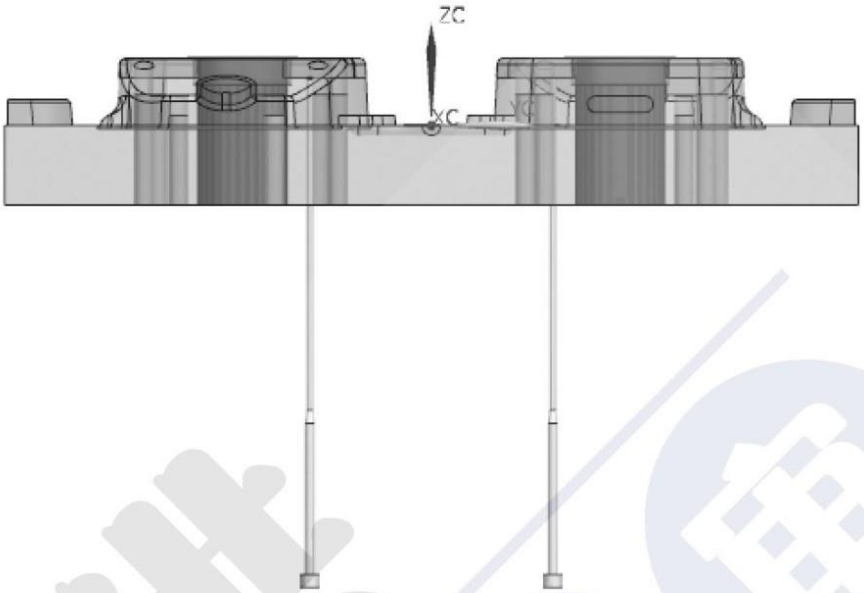


图 3-6-14　替换面后的效果

(8)使用求差命令将型芯、动模板、推杆固定板逐个与推杆进行求差，然后单击【WCS 重定向】图标按钮 重新定位 WCS 坐标，类型选择“动态”，定位点选择浇注系统末端的圆心，将 *ZC* 轴旋转 45°，旋转后的效果如图 3-6-15 所示。

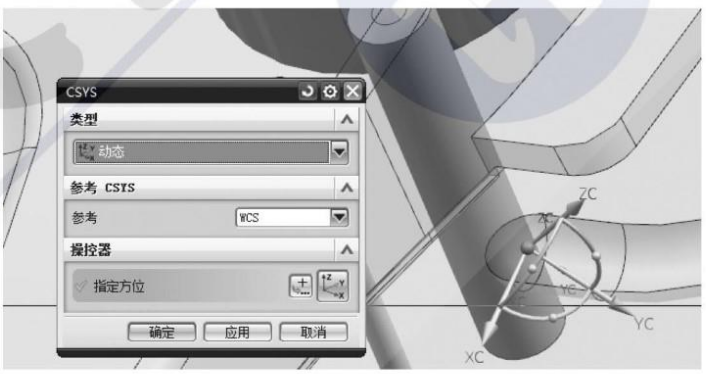


图 3-6-15　求差后的效果

(9)单击【确定】按钮完成 WCS 重定向。使用直线命令 作出一条与 *ZC* 轴平行的直线，如图 3-6-16 所示。

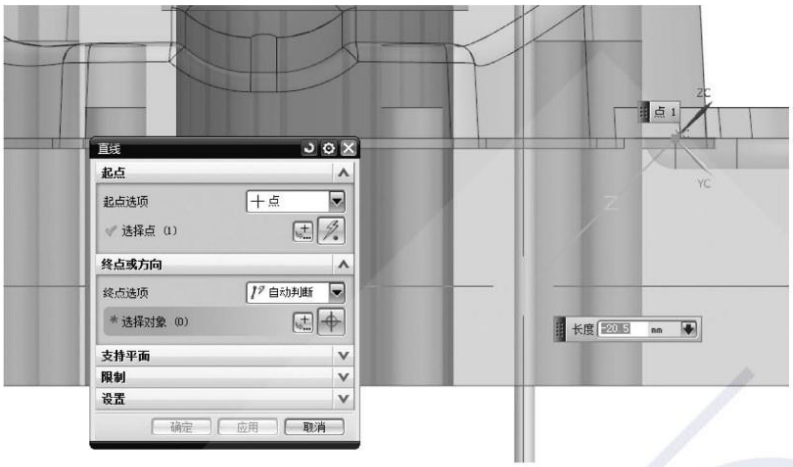


图 3-6-16　直线放置位置

(10)单击【确定】按钮完成直线的创建。使用管道命令创建一条直径为 1.5 mm 的圆柱，如图 3-6-17 所示。

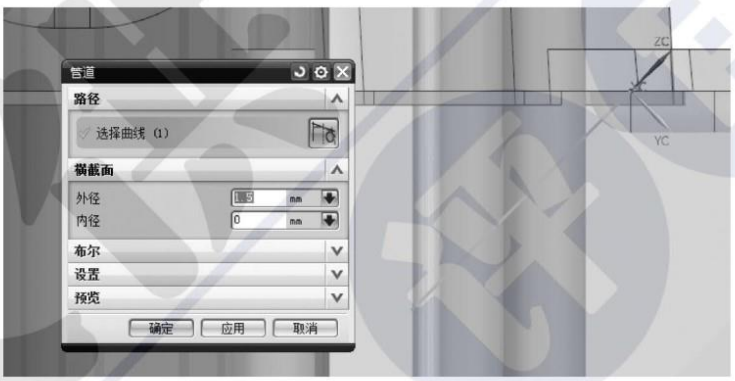


图 3-6-17　直线生成管道

(11)使用拔模命令 对管道进行拔模，类型选择“从平面”，固定面选择管道末端，要拔模的面选择圆柱侧面，拔模角度选择 4°，如图 3-6-18 所示。

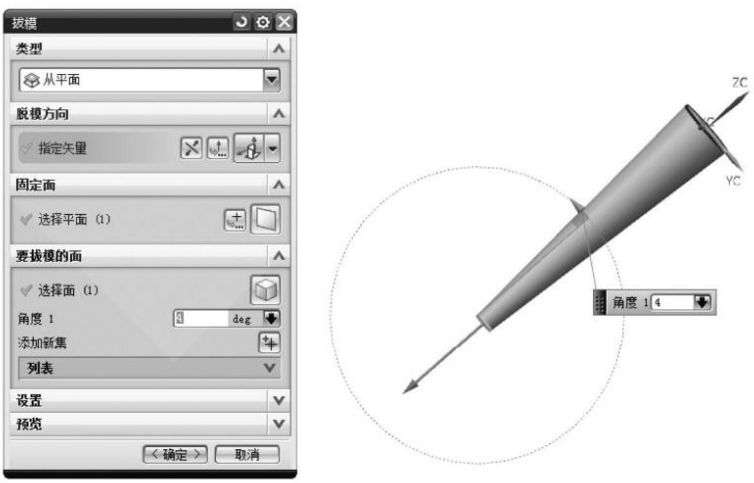


图 3-6-18　对管道进行拔模