

责任编辑：石进京
封面设计：唐海设计

智能制造基础技术系列教材

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 机械设计基础 | 工控组态技术及应用 |
| 机械制造基础 | 现代工程制图简明教程 |
| AutoCAD 应用教程 | 电机与电气控制技术 |
| CAD/CAM技术实用案例教程（CAXA） | 印制电路板设计与制作 |
| 钳工技能实训 | 变频器原理与应用技术 |
| 数控机床应用与操作 | 变频与伺服控制技术 |
| 冲压工艺与模具设计 | 传感器与自动检测系统设计 |
| 电子产品生产工艺 | 工程材料及热处理 |
| 机械产品数字化设计 | 金属材料焊接工艺制定与评定 |
| 数控机床故障诊断与维修 | 典型焊接接头电弧焊技术 |
| 数控加工编程与操作 | 液压与气压传动技术 |

中航出版传媒有限责任公司
CHINA AVIATION PUBLISHING & MEDIA CO.,LTD.
www.aviationnow.com.cn



定价：49.00元

智能制造基础技术系列教材

机械产品数字化设计

主编：刘桂超 李玉满 刘大君

航空工业出版社

职业教育国家在线精品课程配套教材
智能制造基础技术系列教材

机械产品数字化设计

主审：顾吉仁
主编：刘桂超 李玉满 刘大君

JIXIE CHANPIN SHUZHUA SHEJI

航空工业出版社

职业教育国家在线精品课程配套教材
智能制造基础技术系列教材

机械产品数字化设计

主审◎顾吉仁

主编◎刘桂超 李玉满 刘大君

JIXIE CHANPIN SHUZHUA SHEJI

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书坚持立德树人，紧扣国家标准，深化岗课赛证融通，融入民族文化、家国情怀、安全生产、绿色生产等职业精神，构建了以任务驱动、工作过程为导向的递进式项目化内容，分为7个项目，具体内容包括机械手零件设计、千斤顶零件设计、台虎钳零件设计、齿轮泵零件设计、环保灯罩与创意帽设计、装配体设计、千斤顶工程图绘制，涵盖了初级零件建模设计、中级零件建模设计、高级零件建模设计、装配体设计、工程图绘制等多个领域，为学生今后胜任岗位工作奠定基础。本书可作为高等职业院校和各类计算机教育培训机构专用教材，也可供从事计算机辅助设计及相关工作的人员学习和参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械产品数字化设计 / 刘桂超，李玉满，刘大君主
编. -- 北京：航空工业出版社，2024. 12. -- ISBN
978-7-5165-4011-4
I. TH122
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024YC4167 号

机械产品数字化设计 Jixie Chanpin Shuzihua Sheji

航空工业出版社出版发行

（北京市朝阳区北苑路 58 号楼 20 层 100012）

发行部电话：010-85672666 010-85672683 读者服务热线：010-85672635

中煤（北京）印务有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2024 年 12 月第 1 版

2024 年 12 月第 1 次印刷

开本：787×1092 1/16

字数：393 千字

印张：17

定价：49.00 元

编写委员会

主 审 | 顾吉仁

主 编 | 刘桂超 李玉满 刘大君

副主编 | 温金龙 李忠元

参 编 | 苏烈凯 付海茹 黄少彪 刘俊宇

在线课程学习指南

本书配套职业教育国家在线精品课程“机械 CAD/CAM 应用”，读者可在学银在线平台进行线上学习。

一、搜索课程

进入学银在线平台官网，搜索“机械 CAD/CAM 应用”，选择九江科技职业大学李玉满主讲的“机械 CAD/CAM 应用”课程。



二、在线学习

选择对应课程后进入课程界面，选择对应开课期次，单击“加入课程”即可开始学习（需要手机号注册或使用学习通 App 扫码）。



前言

党的二十大报告中指出，高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。在这一背景下，制造业的高质量发展成为我国经济高质量发展的核心任务。为培养满足岗位需求的创新型高素质技能型人才，为制造业的高质量发展提供坚实的人才支撑，本书建设团队由院校教师、全国职业院校技能大赛专家、江西江铃集团新能源汽车有限公司的技术人员共同组建。团队坚持立德树人，紧扣国家标准，深化岗课赛证融通，融入数字工匠精神，从岗位工作任务分析入手，深入剖析工作过程、知识需求和能力要求，构建了以任务驱动、工作过程为导向的递进式项目化教材。教材采用新型活页式设计，方便实用，任务配有教学视频，学生用手机扫描二维码即可观看，极大提升了学习效率和趣味性。此外教材配有国家在线精品课程，学生可在线上进行反复学习，进行巩固提升，也可直接拷贝平台素材进行参考或操作，充分体现了教材的学生观、技能观和实践观。

本书基于 Creo 11.0 中文版介绍了 Creo 软件在机械三维产品数字化设计方面的应用，重在培养学生的三维建模思路和空间想象能力。编著团队紧随时代发展，对标职业教育国家教学标准，面向机械产品数字化设计岗位，通过教学项目的有效实施，专注培养数字化设计工匠人才，有机融入“工匠精神”职业素养，以典型工作任务驱动教学，培养学生机械产品数字化设计岗位的职业技能与职业素养。

本书将立德树人的思想贯穿整个教学过程，选取能够体现爱国主义、“四个自信”、职业素养、科学精神、工匠精神、团队精神等理念的案例，通过实操寓价值观引导于知识传授和能力培养之中，让学生热爱伟大祖国、担当时代责任、勇于砥砺奋斗、练就过硬本领、锤炼品德修为，努力成为对国家和社会有用的德才兼备的人才。

本书共分 7 个学习项目，根据课程教学目标及学生认知规律，由简单到复杂、由单一到综合来设计项目任务载体。载体主要遴选于企业实际产品项目及大学生职业技能大赛试题库。编者以企业岗位需求和国家职业标准为主要依据，邀请具有丰富数字化设计经验的企业一线技术人员和行业专家参与教材的编写，使任务载体的设计、生产过程与企业实际情况相同，真正做到了理实一体化，体现了工作任务实施的完整性，具有一定的应用价值，利于岗课赛证融通的教学改革。

本书可作为高等职业院校数字化设计与制造技术、工业设计、机电一体化技术、数控技术、模具设计与制造及智能制造工程技术等专业相关课程的教材，也可作为各类计算

机教育培训机构的专用教材，还可供从事计算机辅助设计及相关工作的人员学习和参考。本书编者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电教学助手 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com。

本书由九江科技职业大学刘桂超、李玉满和江苏城乡建设职业学院刘大君担任主编，江西新能源科技职业学院温金龙、九江科技职业大学李忠元担任副主编，九江科技职业大学苏烈凯、付海茹、黄少彪以及江西江铃集团新能源汽车有限公司刘俊宇参与编写。具体分工如下：项目二和项目四由刘桂超编写，项目三和项目五由李玉满编写，项目一由刘大君编写，项目六由温金龙、刘俊宇、苏烈凯共同编写，项目七由李忠元、付海茹、黄少彪共同编写。全书由刘桂超统稿，刘俊宇、黄少彪提供专业实践指导，顾吉仁担任主审。

尽管我们在探索《机械产品数字化设计》教材特色的建设方面做出了许多努力，但仍存在不足之处，恳请各相关教学单位和读者在使用本书的过程中给予关注，并将意见及时反馈给我们，以便修订时改进。

编 者
2024 年 7 月

目 录

项目一 机械手零件设计..... 001

- 任务一 类似铁轨标志绘制 006
- 任务二 吊钩平面图形绘制 013
- 任务三 机械手底座建模 017
- 任务四 机械手连杆建模 024

项目二 千斤顶零件设计..... 031

- 任务一 绞杆建模 035
- 任务二 顶垫建模 040
- 任务三 底座建模 046
- 任务四 螺套建模 054
- 任务五 螺旋杆建模 061

项目三 台虎钳零件设计..... 068

- 任务一 台虎钳底座建模 071
- 任务二 方块螺母建模 080
- 任务三 活动钳口建模 087
- 任务四 钳口板及沉头螺钉建模 092
- 任务五 堵头建模 097

项目四 齿轮泵零件设计..... 108

- 任务一 左泵盖建模 115
- 任务二 泵体建模 122

任务三	右泵盖建模	137
任务四	压盖及轴套建模	145
任务五	异形螺母建模	150
项目五	环保灯罩与创意帽设计.....	162
任务一	环保灯罩设计	167
任务二	创意帽设计	180
项目六	装配体设计.....	194
任务一	千斤顶装配设计	206
任务二	手压阀阀体装配设计	214
项目七	千斤顶工程图绘制.....	227
任务一	千斤顶底座工程图绘制	234
任务二	千斤顶装配工程图绘制	245
参考文献		263

项目二

千斤顶零件设计

项目导读 >

零件模型的建立以特征作为创建的基本单位，即零件模型由一连串的特征所构成，创建零件模型时，首先完成基本特征的创建，再进行各种结构特征创建，如孔、倒圆角、倒角、抽壳等。

学习目标 >

知识目标

- (1) 理解旋转命令、倒圆角、倒直角的特点。
- (2) 熟悉阵列命令的基本操作过程。
- (3) 掌握创建孔的基本操作方法。
- (4) 了解螺旋扫描命令的基本操作。

能力目标

- (1) 能熟练使用旋转命令，得到理想模型。
- (2) 能对模型进行正确的细化处理。
- (3) 能熟练地使用阵列命令得到所需要的模型。

素养目标

- (1) 树立遵守国家标准意识。
- (2) 激发科技兴国的意识。

项目知识

一、旋转特征

旋转 (Revolve) 特征是将截面绕着一条中心轴线旋转而形成的形状特征。注意旋转特征必须有一条绕其旋转的中心线。

要创建或重新定义一个旋转特征，可按下列操作顺序给定特征要素（见图 2-1）：定义特征属性（包括草绘平面、参考平面和参考平面的方位）→绘制旋转中心线→绘制特征截面→确定旋转方向→输入旋转角。

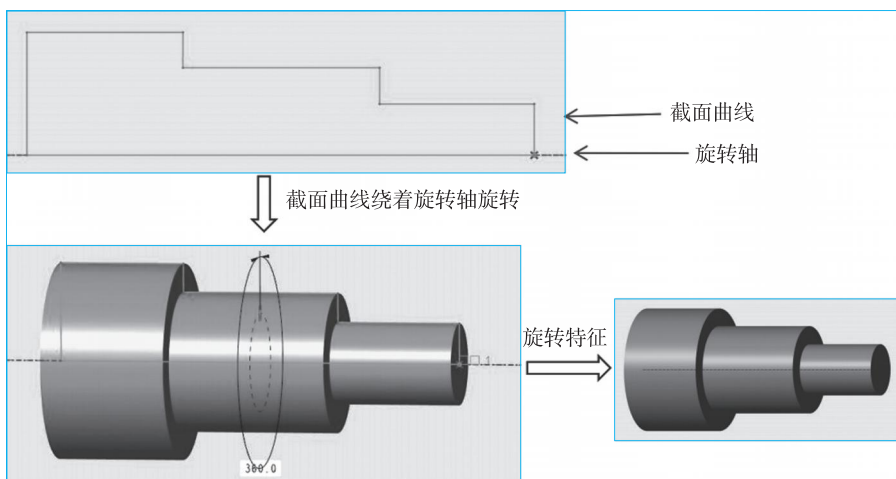


图 2-1 旋转特征要素给定顺序

二、旋转特征操控板

下面以阶梯轴零件为例，认识旋转特征操控板。

1. 启动 Creo 软件

单击 按钮，输入文件名“阶梯轴”，勾选使用 `mmns_part_solid_abs` 模板，单击 按钮，进入建模环境。

2. 打开旋转特征操控板

执行 旋转 命令，打开旋转特征操控板，单击 按钮，展开放置下方对话框，如图 2-2 所示。选择 FRONT 基准面为草绘平面，单击对话框中 按钮，进入草图界面，单击视图控制工具条中的 按钮，摆正视图。



图 2-2 旋转特征操控板

3. 绘制旋转曲线

单击 **中心线** 按钮，绘制水平中心线，使中心线与参考线重合，单击 **线** 按钮，绘制如图 2-3 所示曲线，并完成尺寸修改，单击 **确定**，单击鼠标中键完成旋转操作，阶梯轴效果如图 2-4 所示。

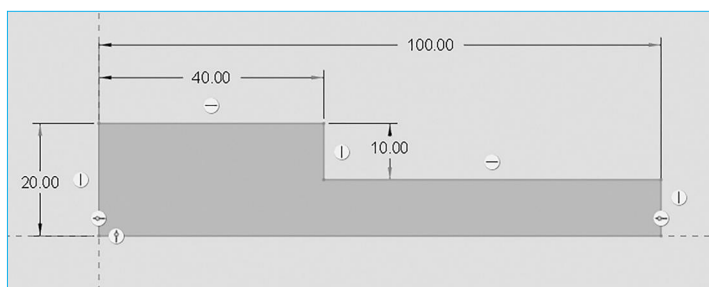


图 2-3 旋转曲线绘制

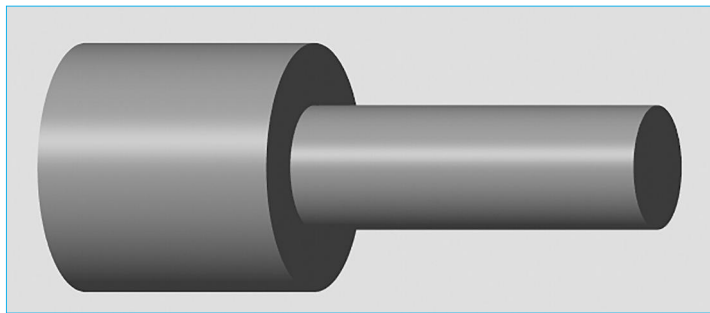


图 2-4 阶梯轴效果

提示

(1) 旋转特征截面草绘的规则。

① 旋转截面必须有一条几何中心线，围绕几何中心线旋转的草图只能绘制在该几何中心线的一侧。

②若草绘中使用的几何中心线多于一条，Creo 将自动选取草绘的第一条几何中心线作为旋转轴，除非用户另外选取。

③实体特征的截面必须是封闭的，而曲面特征的截面则可以不封闭。

(2) 定义旋转角度参数方法。

①在操控板中选取旋转角度类型  (即草绘平面以指定的角度值旋转)。

②在“角度”文本框中输入角度值 360.0，并按 Enter 键。

说明：如图 2-5 所示，单击操控板中  按钮后的  按钮，可以选取特征的旋转角度类型，各选项说明如下。

①单击  按钮，特征将从草绘平面开始按照所输入的角度值进行旋转。

②单击  按钮，特征将在草绘平面两侧分别从两个方向输入角度值的一半进行旋转。

③单击  按钮，特征将从草绘平面开始旋转至选定的点、曲线、平面或曲面。



图 2-5 旋转特征操控板

项目任务

本项目所选的学习载体为千斤顶零件：绞杆、顶垫、底座、螺套、螺旋杆。通过对 5 个任务的学习与分析，理解模型建模设计的基本步骤，掌握建模过程中常用的几种命令特征的操作方法，同时秉持精益求精的态度设计出更优的设计方案。

本项目中有 5 个设计任务，按照工作过程系统化的步骤实施，主要内容如下：

任务一 绞杆建模

任务二 顶垫建模

任务三 底座建模

任务四 螺套建模

任务五 螺旋杆建模

任务一 绞杆建模



任务一 操作视频

任务目标

通过绞杆模型的建模设计，理解倒角的操作方法，进一步掌握拉伸及草图绘制中约束、标注等命令的操作方法，为后续进一步学习三维建模奠定基础。绞杆如图 2-6 所示。

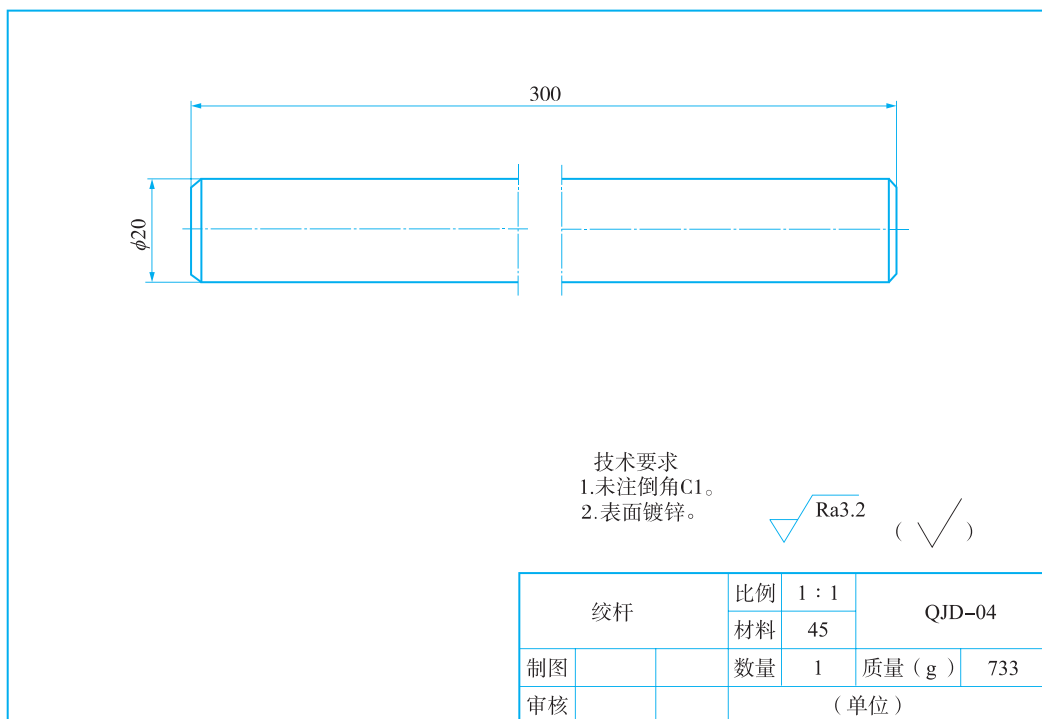


图 2-6 绞杆

知识链接

一、倒角特征

倒角 (Chamfer) 特征属于构建类特征。构建类特征不能单独生成，而只能在其他特征之上生成，构建类特征包括倒角特征、倒圆角特征、孔特征和修饰特征等。

在 Creo 中，倒角分为两种类型。单击 倒角 图标后的 按钮，可以看到这两种倒角类型：边倒角、拐角倒角。

边倒角类型：边倒角是在选定边处截掉一块平直剖面的材料，以在共有该选定边的两个原始曲面之间创建斜角曲面，如图 2-7 所示。

拐角倒角类型：拐角倒角是在零件的拐角处移除材料，如图 2-8 所示。



图 2-7 边倒角



图 2-8 拐角倒角

二、阵列特征

阵列是指以原有特征或特征组为原始特征，按照指定的方式一次复制出多个子特征。此时原始特征与所有子特征将合并为单一的群组特征。修改阵列中的任何一个子特征，其他子特征将一起被修改。

阵列类型有尺寸阵列、方向阵列、轴阵列、填充阵列、表阵列、参考阵列、曲线阵列、点阵列，类型较多，在建模时应根据模型特征选择最佳阵列类型。

● 操作小技巧

阵列之前要确定操作对象的运动轨迹和运动数量，根据运动轨迹选择合理的阵列类型。

如图 2-9 所示，顶垫模型顶端面均匀分布了 24 个槽口，此类特征可以使用阵列命令完成创建。

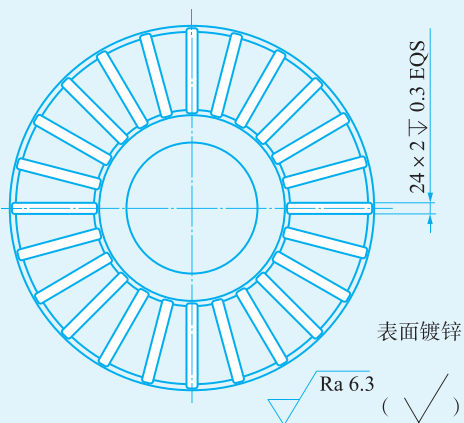


图 2-9 顶垫模型俯视图效果

下面通过任务的学习，进一步理解倒角的使用方法及操作技巧。

任务实施

一、新建文件

启动 Creo 软件，单击  按钮，输入文件名“绞杆”，勾选使用 `mmns_part_solid_abs` 模板，如图 2-10 所示。单击 **确定** 按钮，进入建模环境。

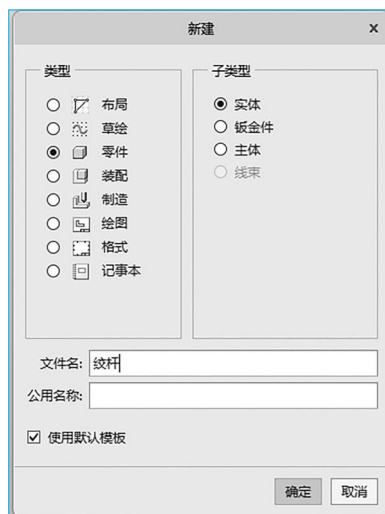


图 2-10 新建文件

二、进入草图环境

单击  按钮，打开草绘对话框，选中 FRONT 基准面为草绘平面，单击对话框中 **草绘** 按钮，进入草图界面，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。

三、绘制草图曲线

绘制图标中心圆形部分。单击  按钮，绘制矩形，单击  按钮，绘制一条与水平参考线共线的中心线，然后修改参数，最终效果如图 2-11 所示。单击  完成草图绘制。

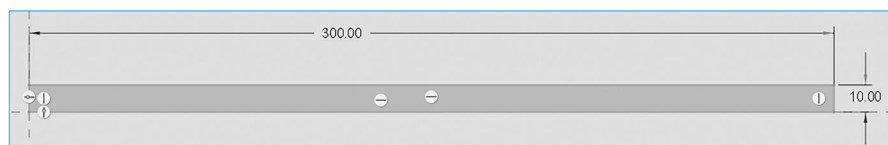


图 2-11 草图曲线

四、创建绞杆实体

单击  旋转 按钮，打开如图 2-12 所示的旋转特征控制器，输入旋转角度 360，单击 ，完成绞杆实体创建。



图 2-12 旋转特征控制器

五、创建倒角特征

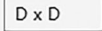
(1) 单击  倒角 按钮，打开倒角特征控制器，如图 2-13 所示，选择 ，单击  集 按钮，选择实体左端面边，输入参数 1，如图 2-14 所示，单击 ，完成操作。



图 2-13 倒角特征控制器

（2）创建右端倒直角特征。重复使用倒直角命令，完成绞杆右端面边倒直角操作，效果如图 2-14 所示。

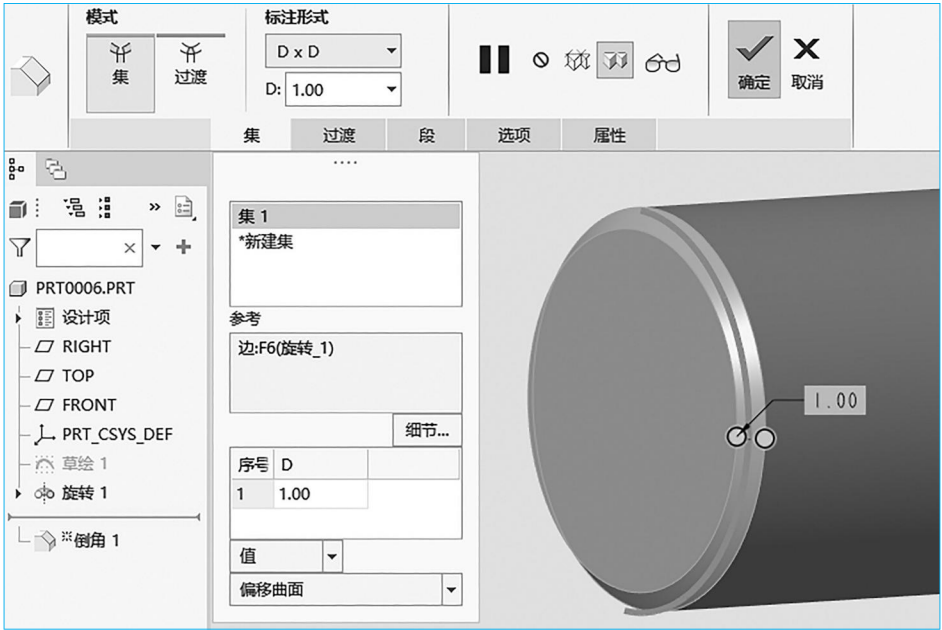


图 2-14 倒角对象的选择

六、完成绞杆建模设计

至此，就完成了绞杆建模设计。

任务评价

请根据任务一的学习内容，完成表 2-1 所示的任务评价表。

表 2-1 任务评价表

任务名称	绞杆建模	任务场所	机械 CAD/CAM 应用实训室
小组成员			
指导教师		实施时间	
任务内容			
1. 完成绞杆建模； 2. 简述绞杆建模的步骤； 3. 结合任务分析倒角命令的特点			

续表

任务评价	考核要求					
	任务准备	完成质量	积极主动性	汇报展示效果	团队合作意识	12S 管理意识
学生自评						
小组互评						
教师评价						
学习资料						
1. 《机械产品数字化设计》； 2. 国家在线精品开放课程“机械 CAD/CAM 应用”（学银在线）相关内容						

任务二 顶垫建模



任务二 操作视频

任务目标

本任务为顶垫建模，顶垫如图 2-15 所示。

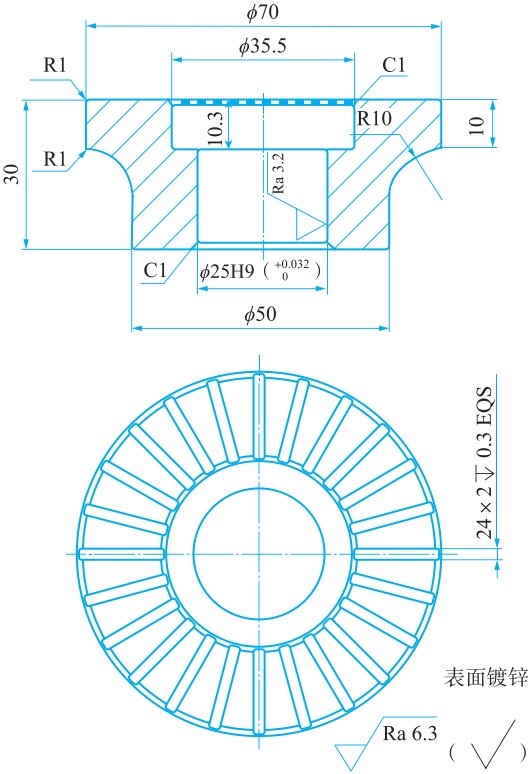


图 2-15 顶垫

任务实施

一、新建文件

启动 Creo 软件，单击  按钮，输入文件名“顶垫”，勾选使用 `mmns_part_solid_abs` 模板，单击 **确定** 按钮，进入建模环境。

二、创建顶垫主体特征

(1) 进入草绘界面。执行  **旋转** 命令，选中 FRONT 基准面为草绘平面，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。

(2) 旋转得到实体特征。单击  **中心线** 按钮，绘制竖直中心线做为旋转轴，单击  **线** 按钮，绘制需要区域，草图图样如图 2-16 所示。单击  按钮，根据图样参数进行标注。选中所有参数，单击  **修改** 按钮，打开修改尺寸对话框，去掉 ☒ **重新生成(R)** 前面的勾选，依次输入对应参数，单击 **确定** 按钮完成尺寸修改，修改尺寸后的草图曲线如图 2-17 所示。单击  按钮，单击  完成旋转操作，如图 2-18 所示。

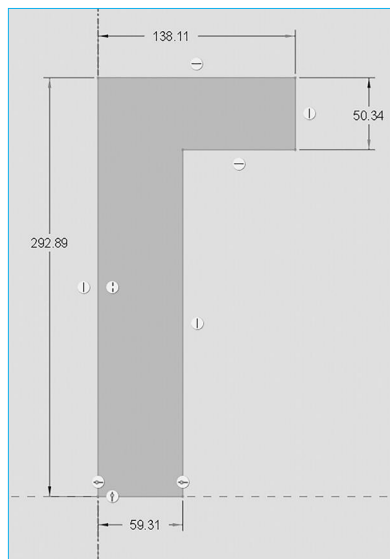


图 2-16 草图图样

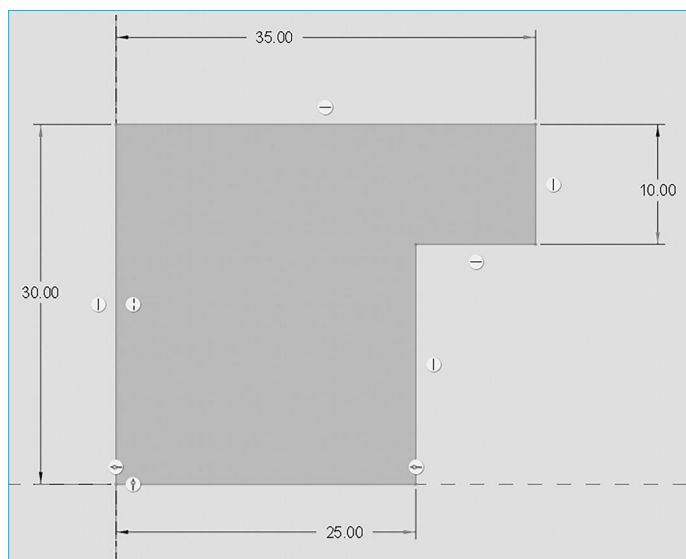


图 2-17 修改尺寸后的草图曲线

三、创建顶垫孔特征

执行  **旋转** 命令，选中 FRONT 基准面为草绘平面，单击视图控制工具条中的  按

钮，摆正视图。

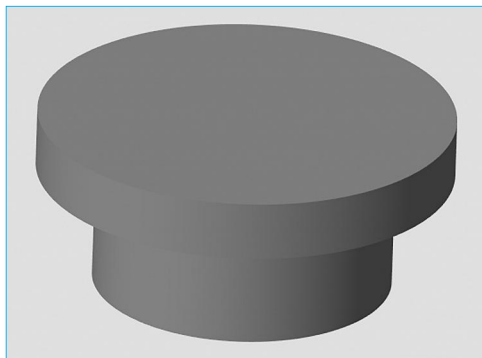


图 2-18 旋转效果

单击 **！中心线** 按钮，绘制竖直中心线做旋转轴，单击 **√线** 按钮，绘制需要的旋转区域，根据图样参数进行标注，如图 2-19 所示。选中所有参数，单击 **⇌修改** 按钮，对参数进行修改，修改参数后的曲线如图 2-20 所示，单击 **✓确定** 按钮，预览效果如图 2-21 所示，单击 **✓** 完成旋转操作，孔效果如图 2-22 所示。

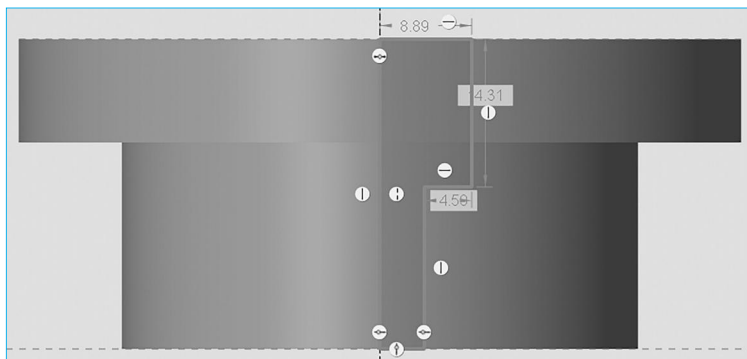


图 2-19 曲线区域

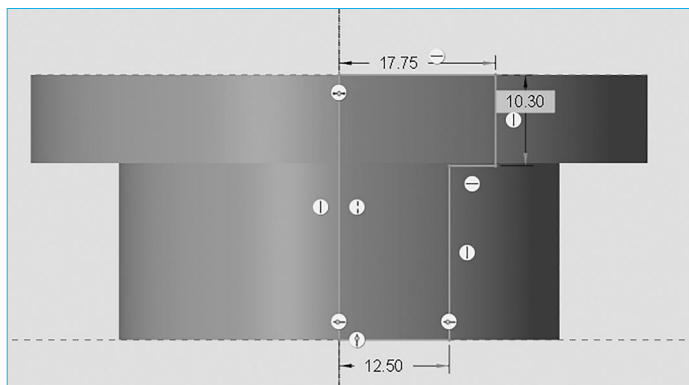


图 2-20 修改参数后的曲线

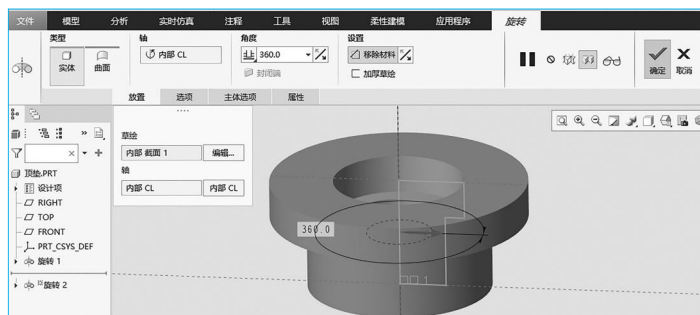


图 2-21 预览效果

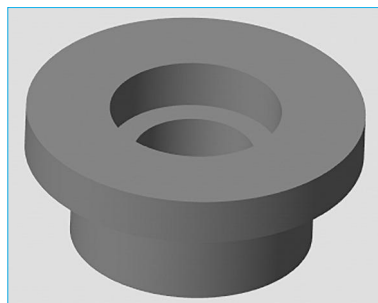


图 2-22 孔效果

四、创建倒圆角、倒直角特征

(1) 单击  倒圆角 按钮，选择第 1 台阶上下两边沿，输入参数 1，如图 2-23 所示。单击  按钮，完成创建。

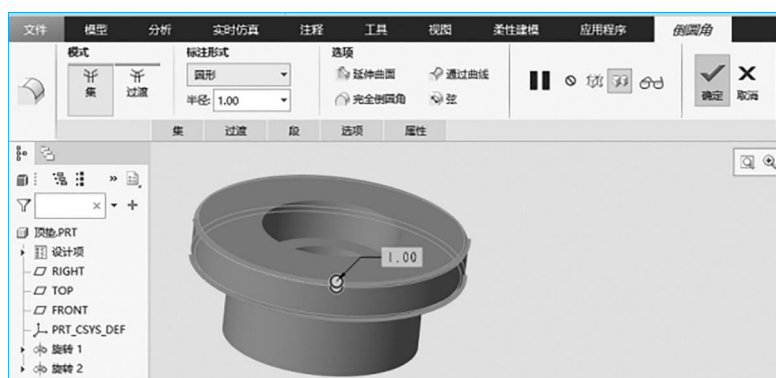


图 2-23 倒圆角操作

(2) 单击  倒角 按钮，选择孔上下两边沿，输入参数 1，如图 2-24 所示。单击  按钮，完成创建。

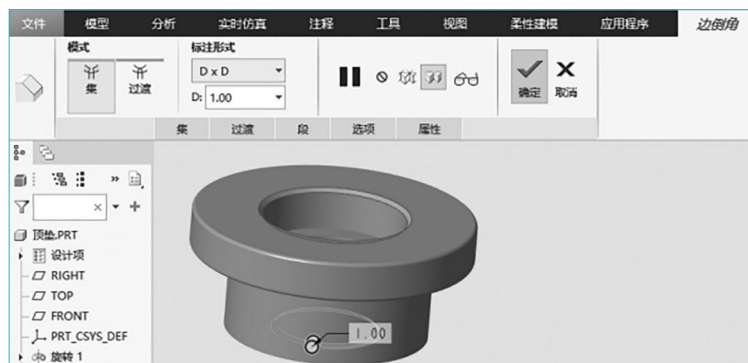


图 2-24 倒角操作

五、创建凹槽特征

执行  命令，选中顶垫上顶面为草绘平面，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。单击  按钮，绘制中心矩形，并标注矩形宽度参数为 2，矩形曲线如图 2-25 所示。单击  按钮，输入深度参数 0.3，单击  按钮，单击 ，凹槽效果如图 2-26 所示。

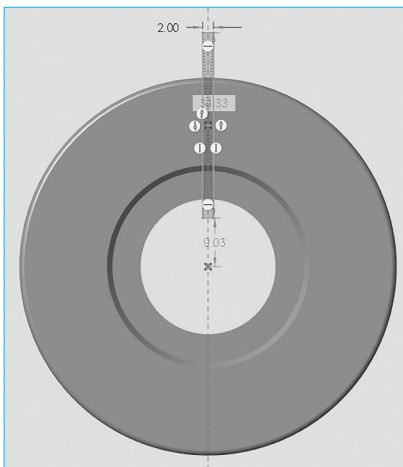


图 2-25 矩形曲线

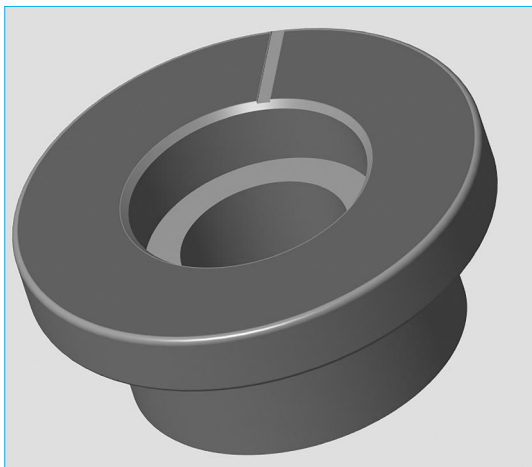


图 2-26 凹槽效果

六、阵列凹槽特征

单击创建的凹槽特征，单击  按钮，打开阵列特征控制器，如图 2-27 所示。单击  后方的  按钮，选择  类型，选择顶垫中心轴线为旋转轴，“第一方向成员”输入 24，“角度范围”输入 360（见图 2-28），单击  完成阵列操作，阵列效果如图 2-29 所示。

提示

顶垫建模过程中，注意阵列时，阵列的类型为轴阵列，阵列旋转轴为顶垫中心轴，阵列对象的数量是包含源对象在内的总数量。



图 2-27 阵列特征控制器

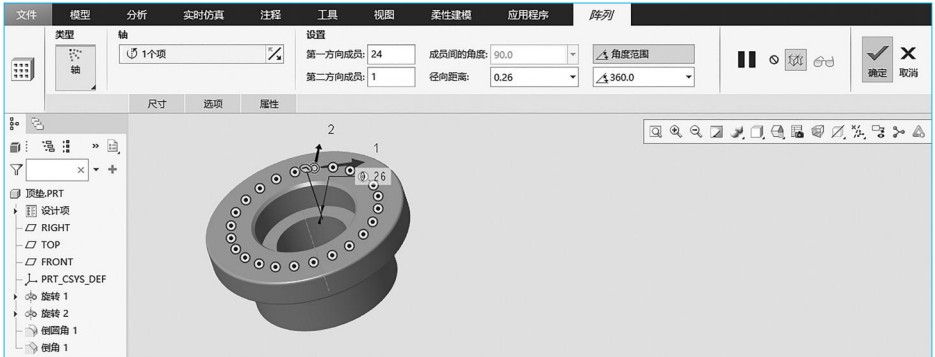


图 2-28 阵列参数

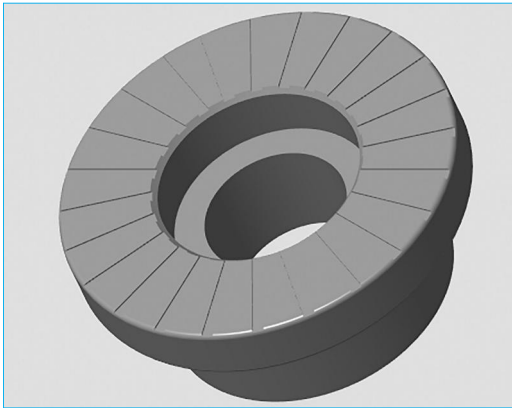


图 2-29 阵列效果

七、完成顶垫建模设计

至此，就完成了顶垫建模设计。

任务评价

请根据任务二的学习内容，完成表 2-2 所示的任务评价表。

表 2-2 任务评价表

任务名称	顶垫建模	任务场所	机械 CAD/CAM 应用实训室
小组成员			
指导教师		实施时间	
任务内容			
1. 完成千斤顶顶垫建模； 2. 简述千斤顶顶垫建模的步骤； 3. 结合任务分析阵列命令的特点			

续表

任务评价	考核要求					
	任务准备	完成质量	积极主动性	汇报展示效果	团队合作意识	12S 管理意识
学生自评						
小组互评						
教师评价						
学习资料						
1. 《机械产品数字化设计》； 2. 国家在线精品开放课程“机械 CAD/CAM 应用”（学银在线）相关内容						

任务三 底座建模



任务三 操作视频

工作任务

通过底座模型的建模设计，理解孔的创建方法，掌握生成螺纹孔的操作步骤，为进一步学习复杂模型建模奠定基础。底座如图 2-30 所示。

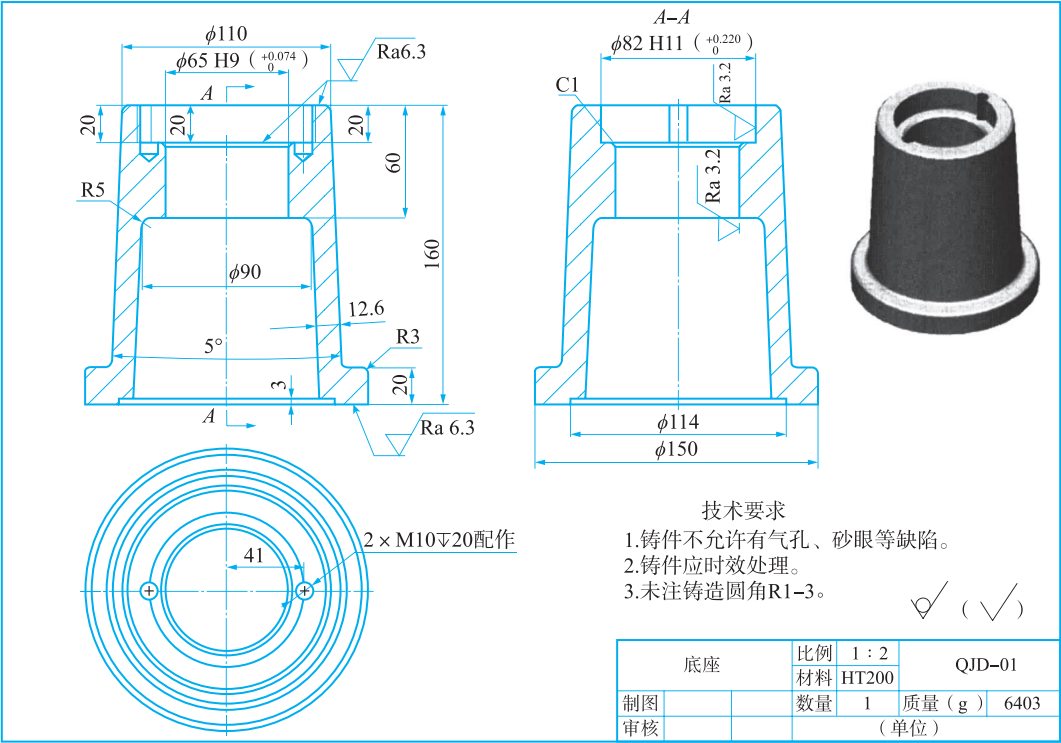


图 2-30 底座

知识链接

Creo 中提供了专门创建孔特征的孔命令，孔特征命令操控板如图 2-31 所示，用户通过孔特征命令操控板可以创建出 3 种类型的孔特征：直孔、单绘孔和标准孔。



图 2-31 孔特征命令操控板

(1) 直孔：具有圆截面的切口，它始于放置曲面并延伸到指定的终止曲面或用户定义的深度。

(2) 草绘孔：由草绘界面定义的旋转特征。锥形孔可作为草绘孔进行创建。

(3) 标准孔：具有基本形状的螺纹孔。它基于相关的工业标准，可带有不同的末端形状、标准沉孔和埋头孔。对选定的紧固件，既可计算攻螺纹所需参数，也可计算间隙直径；用户既可利用系统提供的标准查找表，也可创建自己的查找表来查找这些直径。

图 2-31 所示的孔特征命令操控板中部分按钮的功能简介如下。



按钮：创建简单直孔。



按钮：创建螺钉孔，单击此按钮后会激活操控板的“沉头孔”和“埋头孔”按钮。



按钮：使用预定义矩形作为钻孔轮廓。



按钮：使用标准孔轮廓作为钻孔轮廓，单击按钮后会激活操控板的“沉头孔”和“埋头孔”按钮。



按钮：使用草绘定义钻孔轮廓。

孔的放置对话框如图 2-32 所示，单击 **线性** 后方  按钮，发现孔命令定义孔的放置类型有 6 种，如图 2-33 所示，具体如下。

(1) 线性：参考两边或两平面放置孔（标注两线性尺寸）。如果选择此放置类型，接下来必须选择参考边（平面）并输入距参考边的距离。

(2) 径向：绕一中心轴及参考一个面放置孔（需输入半径距离）。如果选择此放置类型，接下来必须选择中心轴及角度参考的平面。

(3) 直径：绕一中心轴及参考一个面放置孔（需输入直径）。如果选择此放置类型，接下来必须选择中心轴及角度参考的平面。



图 2-32 孔的放置对话框

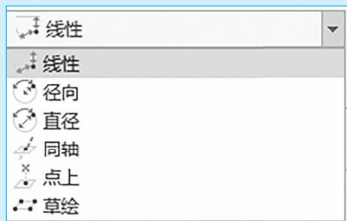


图 2-33 定义孔的 6 种放置类型

- (4) 同轴：该选项只在选择现有的基准轴作为孔的中心轴时默认出现。
- (5) 点上：该选项用于选择放置面上的一个点来确定孔位置。
- (6) 草绘：该选项选择一个基准面绘制由多条线段组成的线链，在每条曲线的端点处生成孔特征。

在图 2-34 所示的孔特征命令操控板中单击“深度”类型后的 ▾ 按钮，可出现如下几种深度选项。



图 2-34 孔特征命令操控板

 (定值)：创建一个平底孔。如果选中此深度选项，接下来必须指定“深度值”。

 (对称)：创建一个在草绘平面的两侧具有相等深度的双侧孔。

 (穿过下一个)：创建一个一直延伸到零件的下一个曲面的孔。

 (穿透)：创建一个和所有曲面相交的孔。

 (穿至)：创建一个穿过所有曲面直到指定曲面的孔。如果选取此深度选项，则必须选取曲面。

 (指定的)：创建一个一直延伸到指定点、顶点、曲线或曲面的平底孔。如果选中此深度选项，则必须同时选择参考。

任务实施

一、新建文件

启动 Creo 软件，单击  按钮，输入文件名“底座”，勾选使用 `mmns_part_solid_abs` 模板，单击  按钮，进入建模环境。

二、创建底座主体特征

(1) 进入草绘界面。执行  旋转 命令，选中 FRONT 基准面为草绘平面，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。

(2) 旋转得到实体特征。单击  中心线 按钮，绘制竖直中心线做旋转轴，单击  线 按钮，绘制需要区域。单击  按钮，根据图样参数进行标注。选中所有参数，单击  修改 按钮，打开修改尺寸对话框，去掉 ☒ 重新生成(R) 前面的勾选，依次输入对应参数，单击  确定 按钮完成尺寸修改，草图曲线如图 2-35 所示，单击  按钮，单击  完成旋转操作，旋转效果如图 2-36 所示。

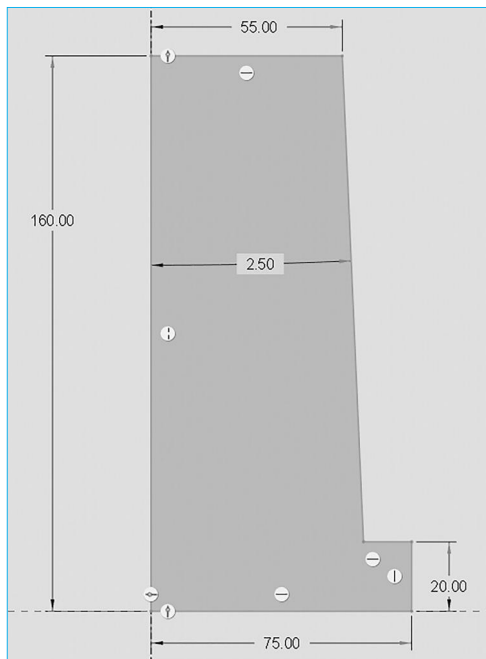


图 2-35 草图曲线

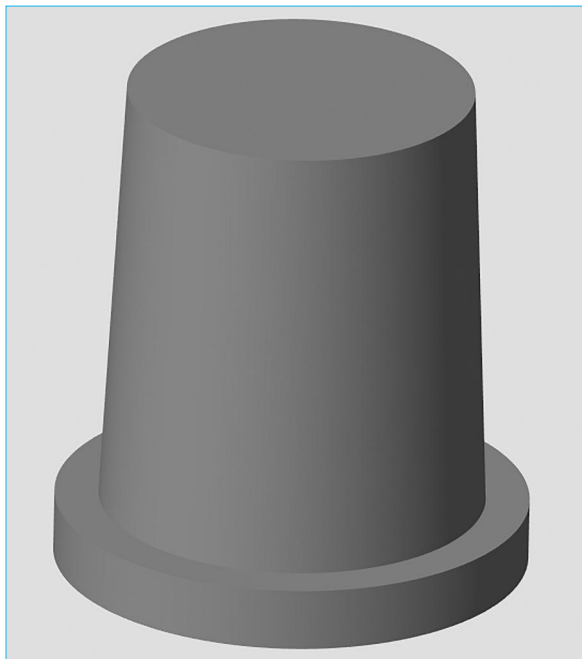


图 2-36 旋转效果

三、创建底座孔特征

(1) 执行  旋转 命令, 选中 FRONT 基准面为草绘平面, 单击视图控制工具条中的  按钮, 摆正视图。

(2) 单击  中心线 按钮, 绘制竖直中心线做旋转轴, 单击  线 按钮, 绘制需要的旋转区域。根据图样参数进行标注, 选中所有参数, 单击  修改 按钮, 对参数进行修改, 效果如图 2-37 所示, 单击  确定 按钮, 预览效果如图 2-38 所示, 单击  完成旋转操作, 孔效果如图 2-39 所示。

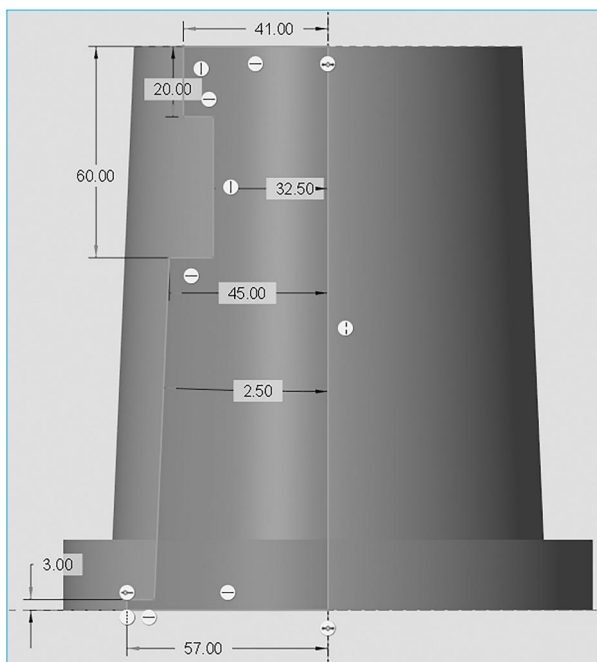


图 2-37 曲线绘制

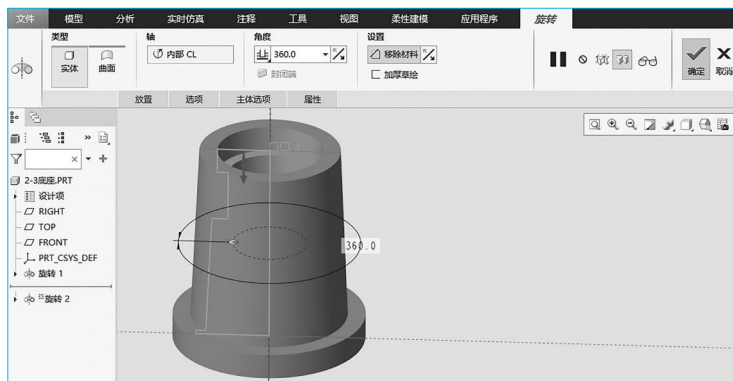


图 2-38 预览效果

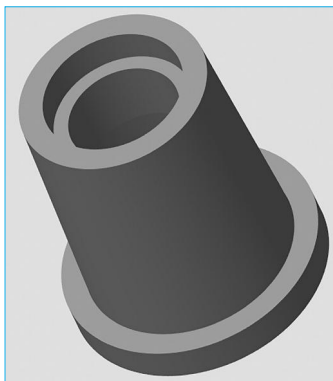


图 2-39 孔效果

四、创建倒圆角、倒直角特征

(1) 单击  按钮，选择如图 2-40 所示对象，输入参数 3，再选择如图 2-41 所示对象，输入参数 5，单击  按钮，完成创建。

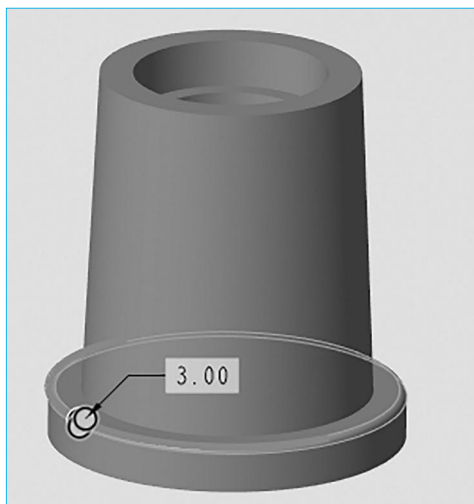


图 2-40 倒圆角 R3

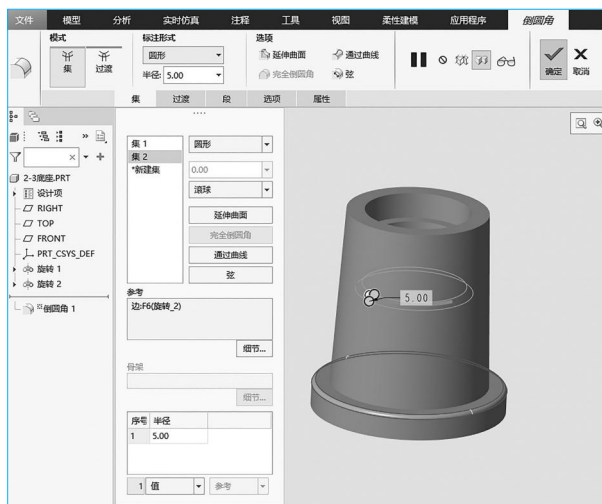


图 2-41 倒圆角 R5

(2) 单击  按钮，选择对象，输入参数 1，如图 2-42 所示。单击  按钮，完成倒直角特征创建。

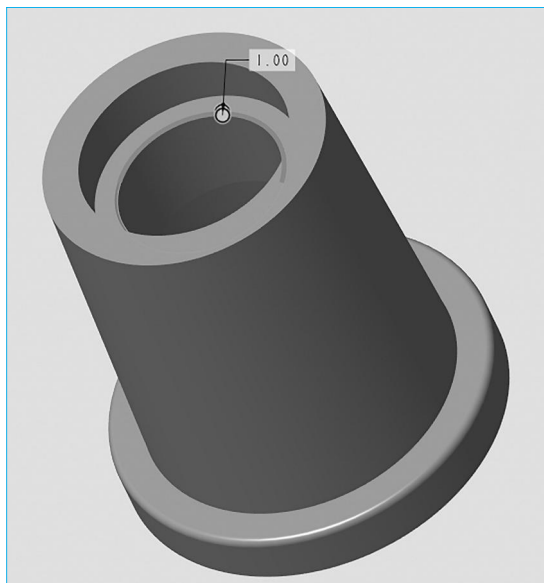


图 2-42 倒直角

五、创建螺纹孔特征

单击  按钮，打开如图 2-43 所示的孔特征命令控制器，单击  按钮，打开螺纹孔特征命令控制器，如图 2-44 所示，单击  按钮，选择 M10 × 1 规则螺纹孔，在  修改输入深度参数为 20。单击  按钮，打开放置对话框，如图 2-45 所示。放置对话框中选择上顶面，类型为“线性”，单击“偏移参考”，选择 FRONT 基准面与 RIGHT 基准面为参考面，在“偏移”后方输入参数，如图 2-46 所示。单击  完成操作。



图 2-43 孔特征命令控制器



图 2-44 螺纹孔特征命令控制器



图 2-45 放置对话框

图 2-46 螺纹孔设置

六、镜像螺纹孔特征

在模型树中选择上一步创建的孔特征，执行  命令，打开镜像特征控制器，如图 2-47 所示，选择 RIGHT 基准面为镜像平面，单击  完成镜像操作，效果如图 2-48 所示。



图 2-47 镜像特征控制器

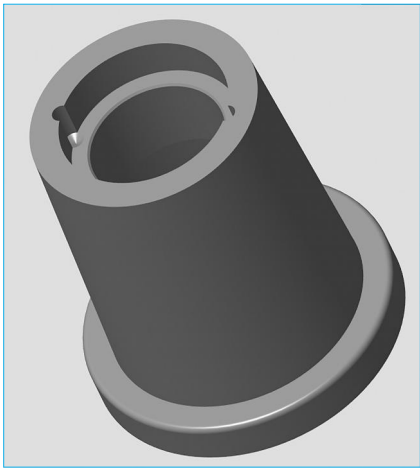


图 2-48 底座建模效果

提示

底座建模过程中，注意镜像命令的操作技巧。一般情况下镜像命令按钮呈现灰色，需要先选择镜像的源对象，该按钮才会高亮度显示。

七、完成底座建模设计

至此，就完成了底座建模设计。

任务评价

请根据任务三的学习内容，完成表 2-3 所示的任务评价表。

表 2-3 任务评价表

任务名称	底座建模	任务场所	机械 CAD/CAM 应用实训室
小组成员			
指导教师		实施时间	
任务内容			
1. 完成千斤顶底座建模； 2. 简述千斤顶底座建模的步骤； 3. 结合任务分析孔命令的特点及作用			

续表

任务评价	考核要求					
	任务准备	完成质量	积极主动性	汇报展示效果	团队合作意识	12S 管理意识
学生自评						
小组互评						
教师评价						
学习资料						
1. 《机械产品数字化设计》； 2. 国家在线精品开放课程“机械 CAD/CAM 应用”（学银在线）相关内容						

任务四 螺套建模



任务四 操作视频

任务目标

通过螺套模型的建模设计，掌握螺旋扫描命令的操作方法，为后续掌握非标准规格螺纹的创建奠定基础。进行螺套建模，如图 2-49 所示。

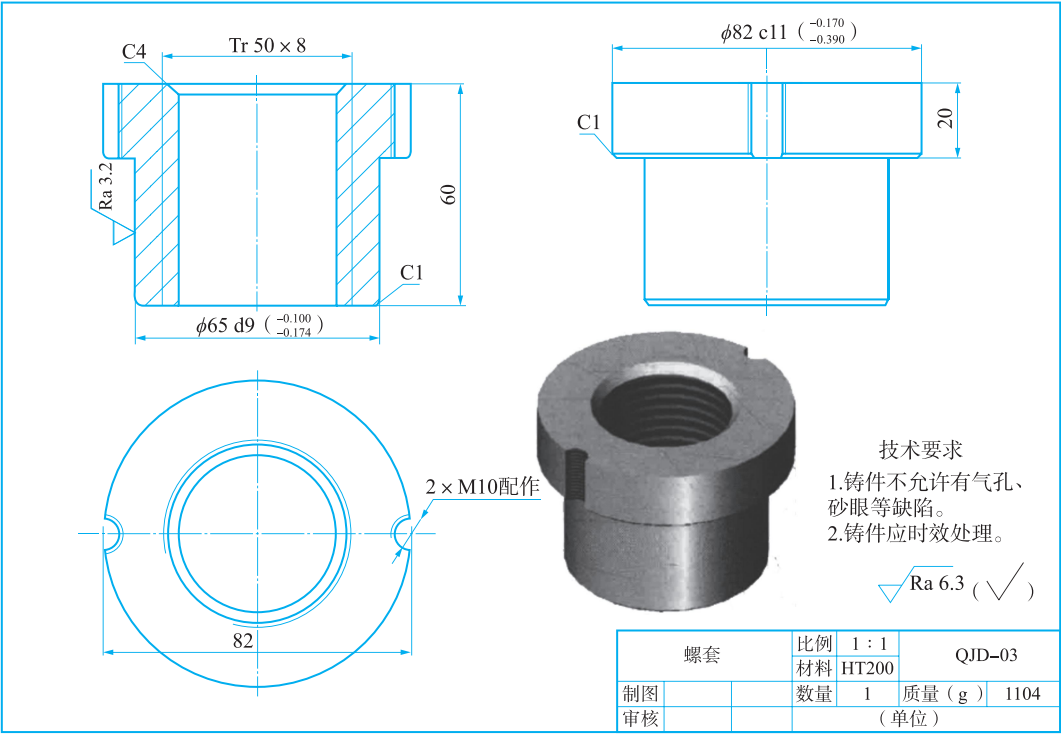


图 2-49 螺套

知识链接

一、螺旋扫描

如图 2-50 所示, 将一个截面沿着螺旋轨迹线进行扫描, 可形成螺旋扫描特征。该特征常用于创建弹簧、螺纹与蜗杆等零件形状。

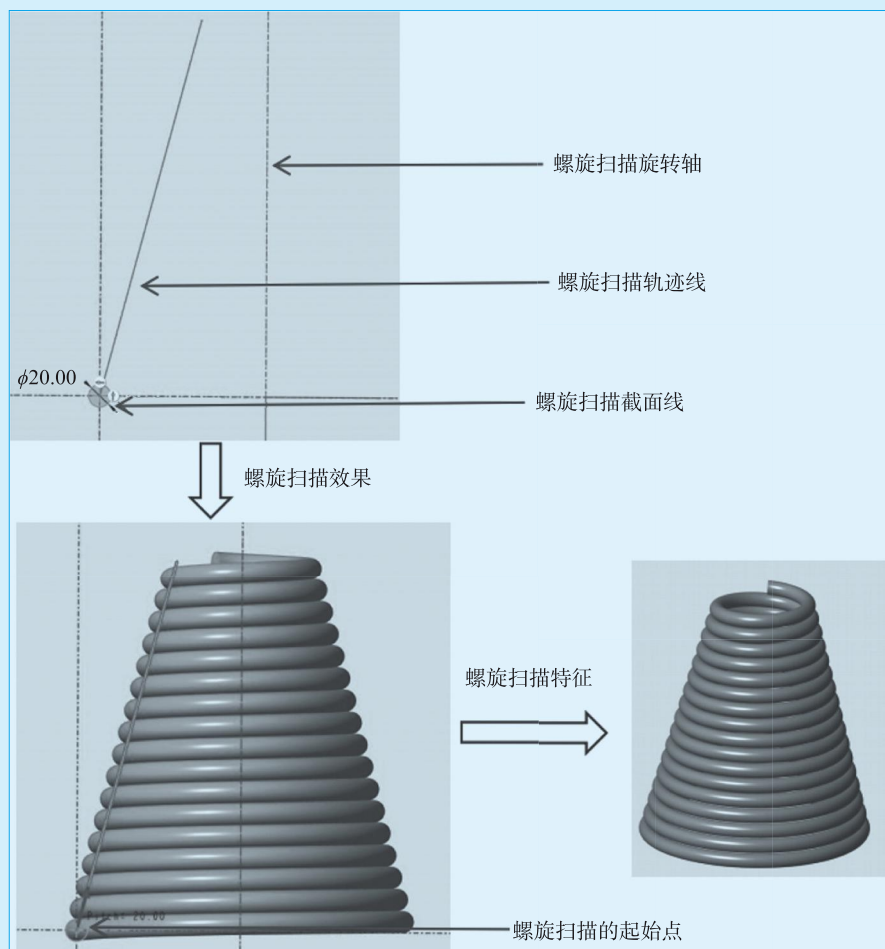


图 2-50 螺旋扫描特征图

二、螺旋扫描命令的操作步骤

单击  扫描 图标后方的 ▾ 按钮, 单击  螺旋扫描 图标, 打开螺旋扫描控制器, 如图 2-51 所示。单击  定义... 按钮, 打开草绘对话框, 选择 FRONT 基准面为绘制平面, 进入草绘界面。绘制一条竖轴及需要的直线, 如图 2-52 所示。单击确定, 离开草图, 单击螺旋扫描控制器中的  按钮, 绘制如图 2-53 所示的截面曲线。单击确定, 螺旋扫描效果如图 2-54 所示。

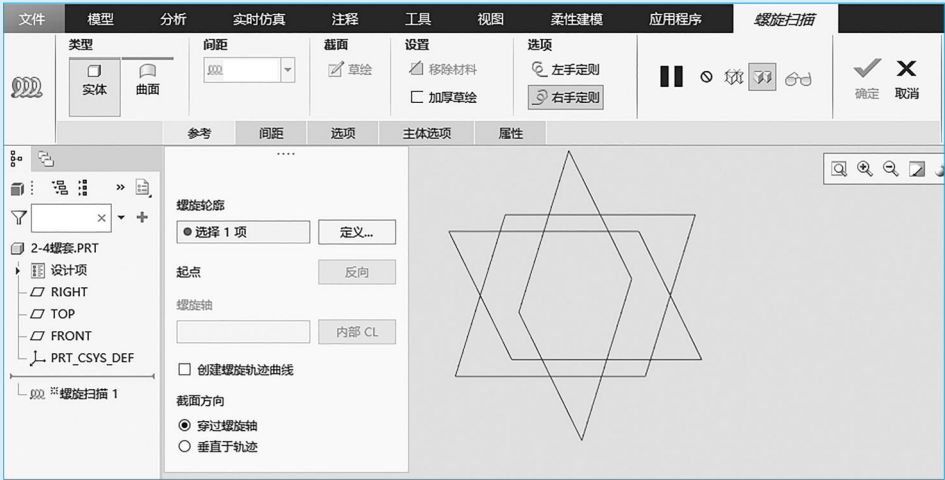


图 2-51 螺旋扫描控制器

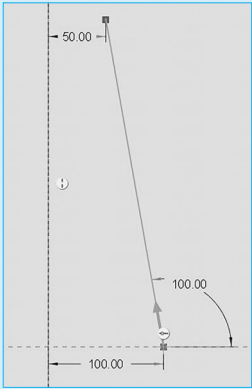


图 2-52 轨迹线段

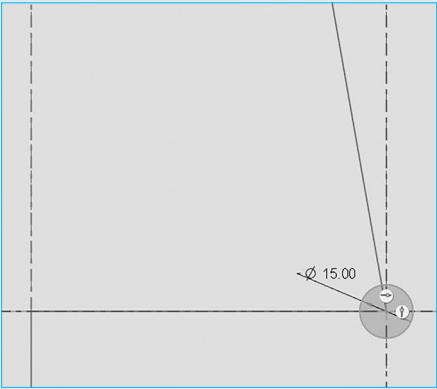


图 2-53 绘制截面曲线

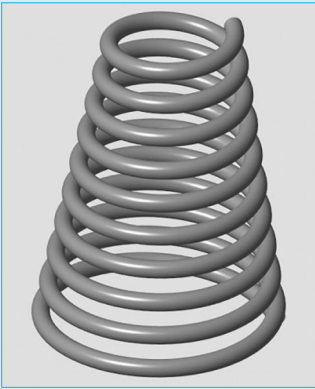


图 2-54 螺旋扫描效果

● 操作小技巧

- 使用螺旋扫描命令时，注意以下两点：
- (1) 注意确定所需要创建的特征是左旋类型还是右旋类型；
 - (2) 注意螺距的精准性，注意行程线起始点与截面曲线的关系。

○ [任务实施]

一、新建文件

启动 Creo 软件，单击  按钮，输入文件名“螺套”，勾选使用 | mmns_part_solid_abs 模

板,单击 **确定** 按钮,进入建模环境。

二、创建螺套主体特征

(1) 进入草绘界面。执行 **旋转** 命令,选中 FRONT 基准面为草绘平面,单击视图控制工具条中的 **摆正视图** 按钮,摆正视图。

(2) 旋转得到实体特征。单击 **中心线** 按钮,绘制竖直中心线作旋转轴,单击 **线** 按钮,绘制需要区域。单击 **尺寸** 按钮,根据图样参数进行标注,选中所有参数,单击 **修改** 按钮,打开修改尺寸对话框,去掉 ☒ **重新生成(R)** 前面的勾选,依次输入对应参数,单击 **确定** 按钮完成尺寸修改,草图曲线如图 2-55 所示,单击 **确定** 按钮。单击 **完成** 完成旋转操作,旋转效果如图 2-56 所示。

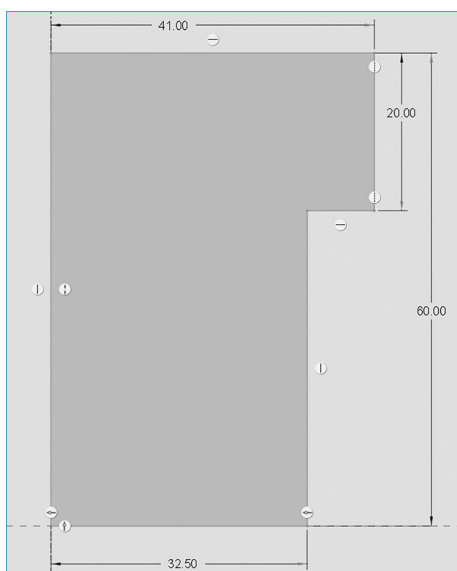


图 2-55 草图曲线

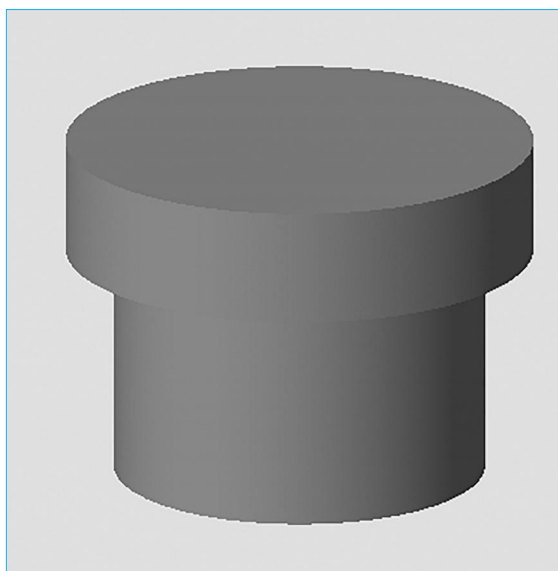


图 2-56 旋转效果

三、创建螺纹孔特征

(1) 创建孔。单击 **孔** 按钮,打开如图 2-57 所示孔特征控制器,深度选择贯通 (**完全贯穿**),单击 **放置** 按钮,打开放置对话框,选择上顶面为放置面,类型为“同轴”,按住键盘 Ctrl 键,再次选择中心轴线,如图 2-58 所示。单击 **完成** 完成操作,孔效果如图 2-59 所示。



图 2-57 孔特征控制器



图 2-58 孔放置控制器

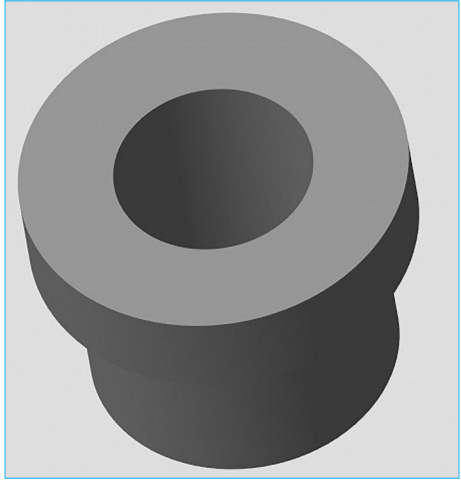


图 2-59 孔效果

(2) 创建边倒角特征。执行  倒角 命令，打开边倒角控制器，如图 2-60 所示，选择 D×D 类型，输入 D 为 4，选择孔顶边，完成边倒角操作。



图 2-60 边倒角控制器

(3) 创建螺纹。单击  扫描 ▾ 按钮后方的 ▾，执行螺旋扫描命令，打开螺旋扫描控制器，如图 2-61 所示，单击  参考按钮，打开参考控制器，如图 2-62 所示，单击  定义... 按钮，选择 FRONT 基准面为绘制平面，绘制螺旋扫描轮廓线，按鼠标中键，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。执行  中心线 命令，绘制竖轴线，然后执行  线 命令，绘制行程线，与孔内壁重合，如图 2-63 所示。绘制完毕，单击确定按钮，离开草图，输入螺距为 8，单击  按钮，在行程线起始处绘制螺纹牙齿截面曲线，如图 2-64 所示。单击确定按钮，单击  移除材料，完成螺纹创建，螺纹效果如图 2-65 所示。



图 2-61 螺旋扫描控制器



图 2-62 参考控制器

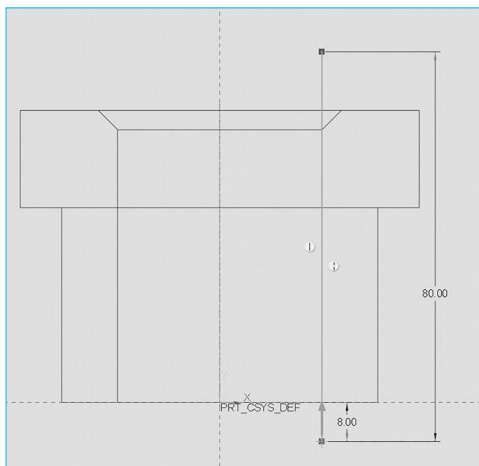


图 2-63 绘制行程线

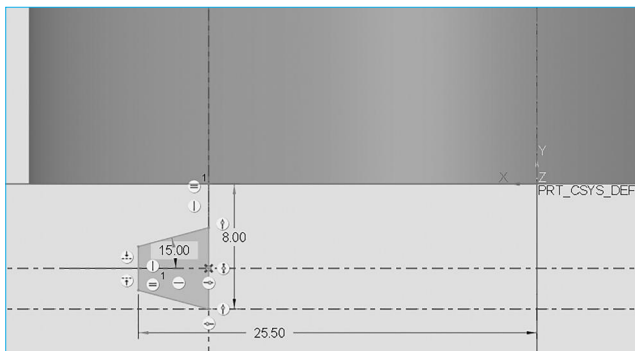


图 2-64 螺纹牙齿截面曲线

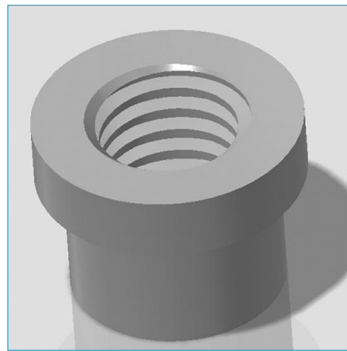


图 2-65 螺纹效果

(4) 利用孔命令创建螺纹孔。单击  按钮，选择  类型，选择 M10×1 规格螺纹孔，单击放置按钮，选择螺套顶面为放置面，按照图 2-66 所示，完成偏移参考设置，单击确定，完成螺纹孔创建。

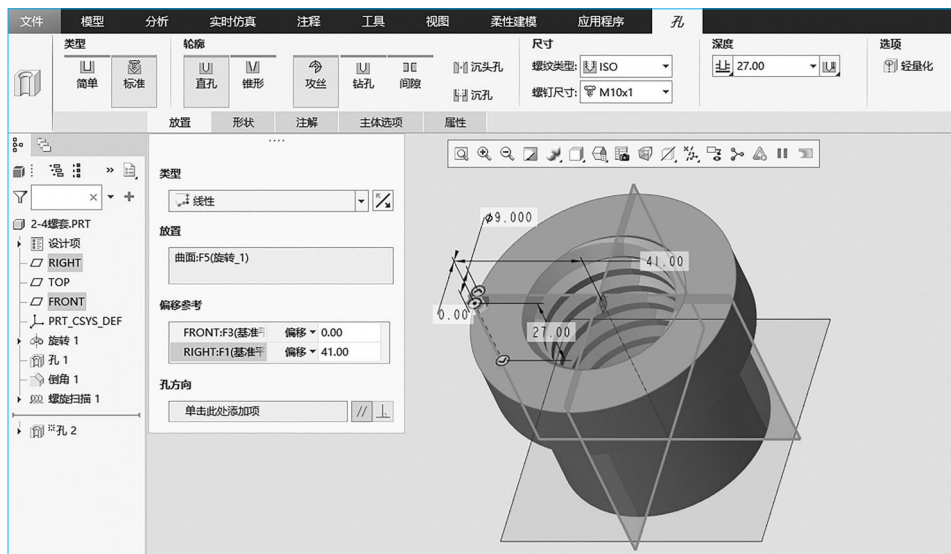


图 2-66 螺纹孔定位

(5) 利用镜像命令，得到另外一侧螺纹孔。单击  按钮，选择 RIGHT 基准面为镜像平面，单击  完成镜像操作，如图 2-67 所示。

四、创建边倒角特征

执行  命令，打开边倒角控制器，选择 D×D 类型，输入 D 为 1，选择螺套底面外侧边，完成边倒角操作。完成螺套建模设计，螺套效果如图 2-68 所示。

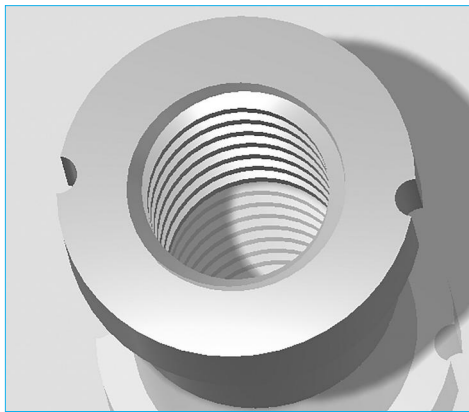


图 2-67 镜像效果

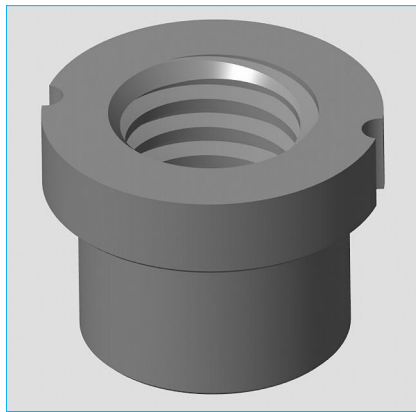


图 2-68 螺套效果

五、完成螺套建模设计

至此，就完成了螺套建模设计。

任务评价

请根据任务四的学习内容，完成表 2-4 所示的任务评价表。

表 2-4 任务评价表

任务名称	螺套建模		任务场所	机械 CAD/CAM 应用实训室		
小组成员						
指导教师		实施时间				
任务内容						
1. 完成千斤顶螺套建模； 2. 简述千斤顶螺套建模的步骤； 3. 结合任务分析螺旋扫描命令的特点及作用						
任务评价	考核要求					
	任务准备	完成质量	积极主动性	汇报展示效果	团队合作意识	12S 管理意识
学生自评						
小组互评						
教师评价						
学习资料						
1. 《机械产品数字化设计》； 2. 国家在线精品开放课程“机械 CAD/CAM 应用”（学银在线）相关内容						

任务五 螺旋杆建模

任务目标

本任务为螺旋杆建模，螺旋杆如图 2-69 所示。



任务五 操作视频

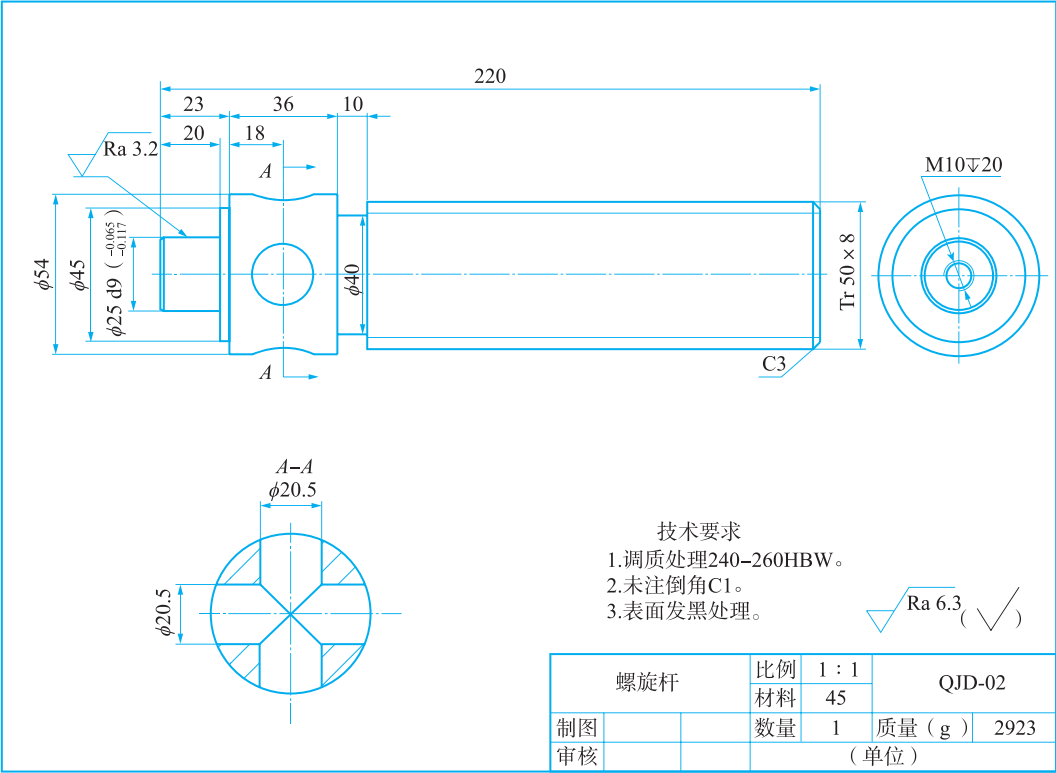


图 2-69 螺旋杆

任务实施

一、新建文件

启动 Creo 软件，单击  按钮，输入文件名“螺旋杆”，勾选使用 `mmns_part_solid_abs` 模板，单击 **确定** 按钮，进入建模环境。

二、创建螺旋杆主体特征

(1) 进入草绘界面。单击  命令，选中 FRONT 基准面为草绘平面，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图，绘制如图 2-70 所示的截面曲线。

(2) 旋转得到实体特征。执行  命令，选择坐标系中 X 轴为旋转轴，角度 360 度，完成旋转操作，旋转效果如图 2-71 所示。

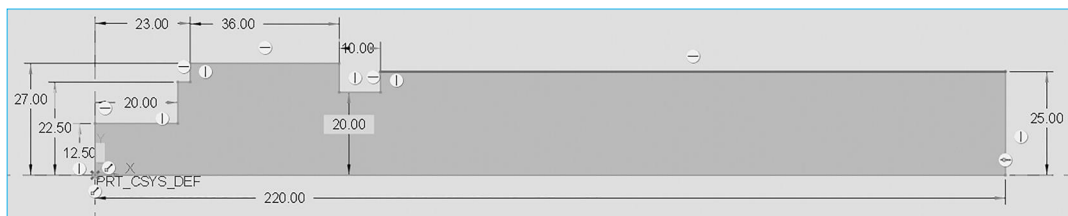


图 2-70 绘制截面曲线

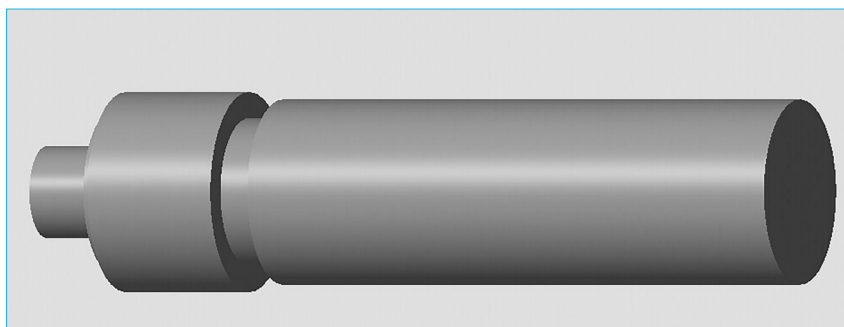


图 2-71 旋转效果

三、创建螺旋杆倒角特征

执行 倒角 命令，选择 类型，输入 D 为 3，选择右端面边沿，倒角效果如图 2-72 所示。同样使用倒角命令，对左端面边沿进行倒角，D 值为 1。

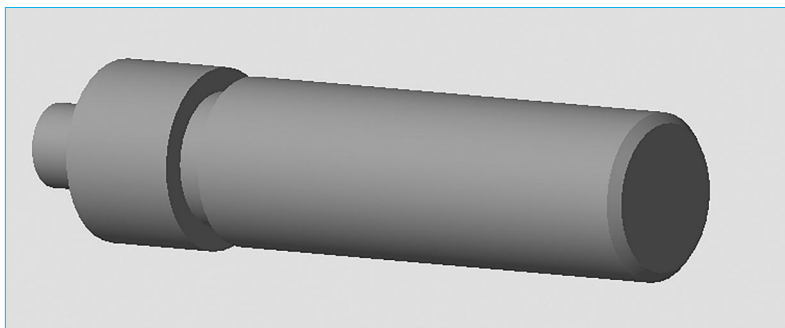


图 2-72 倒角效果

四、创建孔特征

(1) 利用孔命令创建螺纹孔。单击 按钮，选择 类型，选择 M10×1 规格螺纹孔，单击放置按钮，选择螺旋杆左端面为放置面，放置类型为同轴，按住 Ctrl 键选择螺旋杆中心轴，完成放置设置，单击确定完成螺纹孔创建，螺纹孔效果如图 2-73 所示。

(2) 利用孔命令创建简单孔 1。单击  按钮，设置孔径为 20.5，深度为贯通，单击放置按钮，选择柱面为放置面，放置类型为径向，拖动两个红色把控按钮分别至 TOP 基准面和柱面左端面，如图 2-74 所示。完成放置设置，单击确定完成孔的创建。

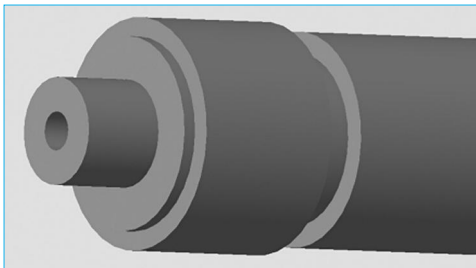


图 2-73 螺纹孔效果



图 2-74 孔 1 设置

(3) 利用孔命令创建简单孔 2。单击  按钮，设置孔径为 20.5，深度为贯通，单击放置按钮，选择柱面为放置面，放置类型为径向，拖动两个红色把控按钮分别至 FRONT 基准面和柱面左端面，如图 2-75 所示。完成放置设置，单击确定完成孔创建。

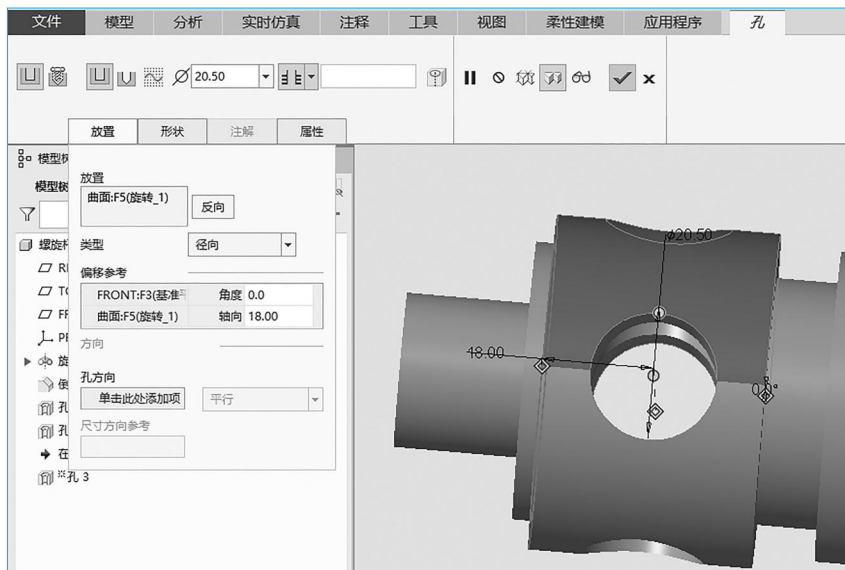


图 2-75 孔 2 设置

五、创建螺纹特征

单击  按钮后方的  按钮，执行螺旋扫描命令，打开螺旋扫描控制器，如图 2-76。单击  按钮，打开参考对话框，单击  按钮，选择 FRONT 基准面为绘制平面，绘制螺旋扫描轮廓线，按鼠标中键，单击视图控制工具条中的  按钮，摆正视图。执行  命令，绘制水平轴线，然后执行  命令，绘制行程线，与轴外壁重合，如图 2-77 所示。绘制完毕，单击确定按钮，离开草图，输入螺距为 8，单击  按钮，在行程线起始处绘制螺纹牙齿截面曲线，如图 2-78 所示。单击确定按钮，单击  移除材料，完成螺纹创建，螺纹效果如图 2-79 所示。



图 2-76 螺旋扫描控制器

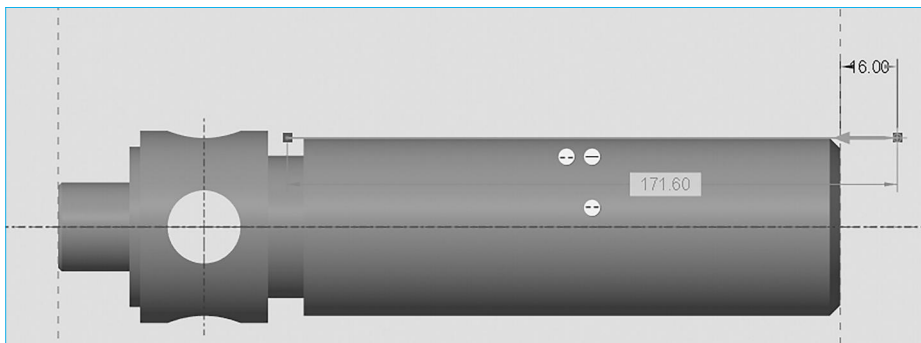


图 2-77 绘制行程线

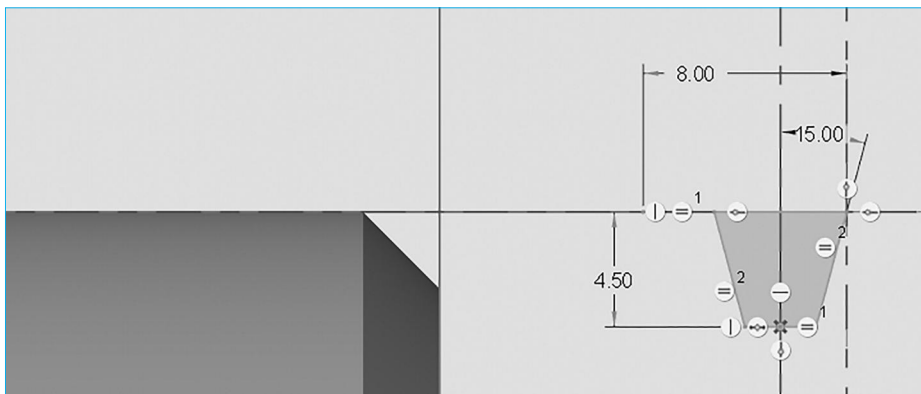


图 2-78 螺纹牙齿截面曲线

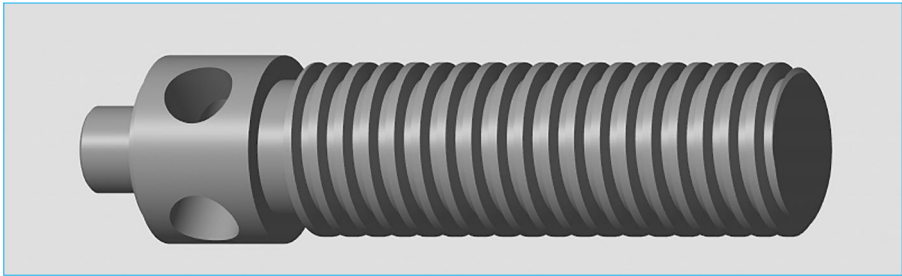


图 2-79 螺纹效果

六、完成螺旋杆建模设计

至此，就完成了螺旋杆建模设计。

任务评价

请根据任务五的学习内容，完成表 2-5 所示的任务评价表。

表 2-5 任务评价表

任务名称	螺旋杆建模		任务场所	机械 CAD/CAM 应用实训室		
小组成员						
指导教师		实施时间				
任务内容						
1. 完成千斤顶螺旋杆建模； 2. 简述千斤顶螺旋杆建模的步骤； 3. 概述螺旋扫描命令操作技巧及注意事项						
任务评价	考核要求					
	任务准备	完成质量	积极主动性	汇报展示效果	团队合作意识	12S 管理意识
学生自评						
小组互评						
教师评价						
学习资料						
1. 《机械产品数字化设计》； 2. 国家在线精品开放课程“机械 CAD/CAM 应用”（学银在线）相关内容						



徐立平：雕刻火药的人

0.5 毫米是固体发动机药面精度允许的最大误差，而徐立平雕刻的火药药面误差却不超过 0.2 毫米，堪称完美。

不少导弹发动机火药就是徐立平亲手雕刻的。现在他又为神舟系列火药微整形忙碌着。

火药整形不可逆，一旦切多了，或者留下刀痕，药面精度与设计不符，发动机点火之后，火药不能按照预定走向燃烧，发动机就很可能偏离轨道，甚至爆炸。而雕刻火药最大的难点还不只这些。

目前，火药整形无法完全用机械来代替手工操作，这在世界上都是一个难题。药面不平，一刀下去切多少，都要依靠徐立平自己的判断。

王师傅佩服自己的徒弟徐立平，他更佩服徐立平的母亲。徐立平的母亲，是中国航天固体火箭发动机生产基地整形车间最早的员工，上世纪 60 年代，为响应国家三线建设的号召，来到了秦岭大山深处。

1987 年，不到 19 岁的徐立平技校毕业。尽管深知雕刻火药的危险，母亲还是建议他选择到自己工作过的车间。

从那时起，徐立平就暗暗告诉自己，要规避危险，唯有胆大心细，练好手中这把刀。

1989 年，我国重点型号发动机研制进入攻坚阶段，一台即将试车的发动机火药出现裂纹，为了不影响后续的研制进度，专家组决定，首次探索就地挖药。

工作不到三年的徐立平，凭着精湛的技术和胆量，和师傅们一起加入了挖药突击队。

带有毒性的火药发出刺鼻的气味，再加上师傅需要精神高度集中，每个人在里面只能干十分钟。徐立平为了让大家多歇一会儿，每次挖药总要多干上五六分钟才出来。历经了两个多月的艰难挖药，发动机故障成功排除。

没想到的是，由于徐立平长时间在密闭空间里接触火药，火药的毒性发作了。

这次经历让他对火药整形的危险有了更深的认识。他开始琢磨能否有更便捷的刀具，来提高挖药效率。从那儿开始，徐立平针对不同类型发动机药面，研制相应刀具。如今，徐立平发明设计的发动机药面整形刀具已经有二十多种，有两种获得国家专利，一种还被单位命名为“立平刀”。

长年一个姿势雕刻火药，再加上之前的火药中毒后遗症，徐立平的身体变得向一侧倾斜，双腿也一粗一细，头发更是掉了一大半。除了担心他岗位的危险，家人更多的是心疼。

这一干，徐立平坚持了 28 年。与徐立平一样，妻子也是航天二代。全家 11 口人，除了三个正在上学的孩子，8 口人都是航天人。尽管岗位危险，可他从来没有想过调离。而全家都是航天人，也是让他自豪。

（内容来源：中工网，2022 年 9 月 28 日，有删改）