

计算机辅助设计 与制造实践教程

JISUANJI FUZHU SHEJI
YU ZHIZAO SHIJIAN JIAOCHENG

主编/李琴 曾富洪 刘海东



Wuhan University Press
武汉大学出版社

计算机辅助设计与制造实践教程

李 琴 曾富洪 刘海东 主编



Wuhan University Press
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与制造实践教程/李琴主编.—武汉：武汉大学出版社，2015.9

ISBN 978-7-307-16689-9

I. 计… II. 李… III. ①计算机辅助设计—教材 ②计算机辅助制造—教材
IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 204782 号

责任编辑：刘 琼 责任校对：陈陪阳 版式设计：三山科普

出版发行：武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件：cbs22@whu.edu.cn 网址：www.wdp.com.cn)

印刷：虎彩印艺股份有限公司

开本：787×1092 1/16 印张：15 字数：374 千字

版次：2015 年 9 月第 1 版 印次：2016 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-16689-9 定价：32.00 元

版权所有，不得翻印：凡购我社的图书，如有质量问题，请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

计算机辅助设计与制造 (Computer Aided Design and Manufacturing, CAD/CAM) 是指工程技术人员在计算机系统的支持下, 根据产品设计和制造流程进行设计和制造的一种先进技术, 具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点。CAD/CAM 技术的发展和运用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻的变化, 对制造业的生产模式和人才知识结构产生了重大的影响, 并由此奠定了制造业信息化工程的基础。经过几十年的应用发展, CAD/CAM 系统不仅本身已形成规模庞大的产业集群, 而且显著促进了制造业产品设计制造迈向数字化、网络化、智能化和全球化的新时代, 也为制造业带来了巨大的经济效益。目前 CAD/CAM 技术广泛应用于机械、电子、汽车、模具、航空、航天、交通运输、工程建设、军工等各个领域, 它的应用水平已成为衡量一个国家技术发展和工业现代化水平的重要标志之一。当今 CAD/CAM 技术已经成为产品设计制造工作中不可缺少的工具, 快速掌握 CAD/CAM 技术精髓并能行之有效地用于实践, 对于 21 世纪的工程技术人员来说是十分迫切的。为此编写了本实践教程。

本书以 PTC 公司最新的计算机辅助设计制造软件 Creo 技术为基础, 以典型机械产品为案例, 将计算机辅助设计与制造技术分为零件建模、产品装配、工程装配图制作、工程零件图制作, 将计算机辅助制造溶入各个实践中, 形成一个有机整体; 在编排上以机械产品设计制造的典型实用技术为个体形成独立实践单元, 单元间按产品设计与制造的技术路线串接形成系统的知识链; 每个实践包含实验任务和目的、实验环境、预备知识和技能、实验内容和步骤、课后思考和练习五个部分, 在实践准备中将实践所涉及的知识和技术进行了凝练, 将职场中该技术使用的经验和技巧进行了凝结, 相应的素材在配套光盘中提供, 为读者知识和技能快速进阶提供了捷径。

本书包含两个部分: 第一部分为计算机辅助设计, 包含了 11 个实验: 支座剖面草绘、阀体剖面草绘、法兰零件建模、减速器箱座建模、减速器箱盖建模、参数化齿轮建模、滑块连杆机构装配与运动仿真、齿轮泵装配与运动仿真、一级圆柱齿轮减速器装配与运动仿真、一级圆柱齿轮减速器工程装配图绘制、一级圆柱齿轮减速器输出轴零件图绘制, 由曾富洪教授编写。第二部分为计算机辅助制造, 包含了 9 个实验: 体积块铣削、轮廓铣削、曲面铣削、雕刻铣削、腔槽铣削、孔加工、轴车削加工、线切割加工、五轴联动铣削加工, 由刘海东老师编写。全书由李琴副教授统稿、主审。

本书可作为高等工科院校机械设计制造及其自动化、工业设计、机械电子工程、材料成形及控制工程等专业的实践教学用书, 也可作为高职高专、成人高校相关专业的实践教材, 还可供从事机电产品设计与制造的研究人员、工程技术及管理人员使用。在本书的编写时, 参考了大量的资料, 作者在此表示衷心的感谢。由于作者水平有限, 书中难免存在一些错误和不妥之处, 敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 5 月

目 录

前 言

第一篇 计算机辅助设计	1
实验 1 支座剖面的草绘	1
1.1 实验任务和目的	1
1.2 实验环境	1
1.3 预备知识和技能	1
1.4 实验内容和步骤	2
1.5 课后思考和练习	4
实验 2 阀体剖面的草绘	5
2.1 实验任务和目的	5
2.2 实验环境	5
2.3 预备知识和技能	5
2.4 实验内容和步骤	6
2.5 课后思考和练习	8
实验 3 法兰零件建模实践	9
3.1 实验任务和目的	9
3.2 实验环境	9
3.3 预备知识和技能	9
3.4 实验内容和步骤	10
3.5 课后思考和练习	17
实验 4 减速器箱座建模	20
4.1 实验任务和目的	20
4.2 实验环境	20
4.3 预备知识和技能	21
4.4 实验内容和步骤	21
4.5 课后思考和练习	32
实验 5 减速器箱盖建模	33
5.1 实验任务和目的	33
5.2 实验环境	33
5.3 预备知识和技能	33
5.4 实验内容和步骤	33
5.5 课后思考和练习	43
实验 6 参数化齿轮建模	44
6.1 实验任务和目的	44
6.2 实验环境	44
6.3 预备知识和技能	44

6.4 实验内容和步骤	45
6.5 课后思考和练习	50
实验7 滑块连杆机构装配与运动仿真	51
7.1 实验任务和目的	51
7.2 实验环境	51
7.3 预备知识和技能	51
7.4 实验内容和步骤	54
7.5 课后思考和练习	72
实验8 齿轮泵装配与运动仿真	74
8.1 实验任务和目的	74
8.2 实验环境	75
8.3 预备知识和技能	75
8.4 实验内容和步骤	75
8.5 课后思考和练习	86
实验9 一级圆柱齿轮减速器装配与运动仿真	87
9.1 实验任务和目的	87
9.2 实验环境	89
9.3 预备知识和技能	89
9.4 实验内容和步骤	90
9.5 课后思考和练习	108
实验10 一级圆柱齿轮减速器工程装配图绘制	109
10.1 实验任务和目的	109
10.2 实验环境	109
10.3 预备知识和技能	109
10.4 实验内容和步骤	116
10.5 课后思考和练习	130
实验11 一级圆柱齿轮减速器输出轴零件图绘制	131
11.1 实验任务和目的	131
11.2 实验环境	131
11.3 预备知识和技能	131
11.4 实验内容和步骤	134
11.5 课后思考和练习	147
第二篇 计算机辅助制造	148
实验1 体积块铣削	148
1.1 实验任务和目的	148
1.2 实验环境	148
1.3 预备知识和技能	148
1.4 实验内容和步骤	150

1.5 课后思考和练习	159
实验 2 轮廓铣削	160
2.1 实验任务和目的	160
2.2 实验环境	160
2.3 预备知识和技能	160
2.4 实验内容和步骤	160
2.5 课后思考和练习	169
实验 3 曲面铣削	170
3.1 实验任务和目的	170
3.2 实验环境	170
3.3 预备知识和技能	170
3.4 实验内容和步骤	170
3.5 课后思考和练习	178
实验 4 雕刻铣削	179
4.1 实验任务和目的	179
4.2 实验环境	179
4.3 预备知识和技能	179
4.4 实验内容和步骤	179
实验 5 腔槽铣削	187
5.1 实验任务和目的	187
5.2 实验环境	187
5.3 预备知识和技能	187
5.4 实验内容和步骤	187
5.5 课后思考和练习	195
实验 6 孔加工	196
6.1 实验任务和目的	196
6.2 实验环境	196
6.3 预备知识和技能	196
6.4 实验内容和步骤	198
6.5 课后思考和练习	204
实验 7 轴车削	205
7.1 实验任务和目的	205
7.2 实验环境	205
7.3 预备知识和技能	205
7.4 实验内容和步骤	206
7.5 课后思考和练习	214
实验 8 线切割加工	215
8.1 实验任务和目的	215
8.2 实验环境	215

8.3 预备知识和技能.....	215
8.4 实验内容和步骤.....	216
8.5 课后思考和练习.....	223
实验 9 五轴联动铣削加工.....	224
9.1 实验任务和目的.....	224
9.2 实验环境	224
9.3 预备知识和技能.....	224
9.4 实验内容和步骤.....	225
9.5 课后思考和练习.....	230
参考文献.....	231

第一篇 计算机辅助设计

实验 1 支座剖面的草绘

1.1 实验任务和目的

草绘是特征的骨架，特征的参数性和强壮度很大程度是由截面草绘来决定的，本次实践要求能使用 Creo 草绘器中的绘图、捕捉，约束，尺寸标注等工具完成图 1.1 所示的支座剖面绘制。从而掌握 Creo 草绘技巧和方法。

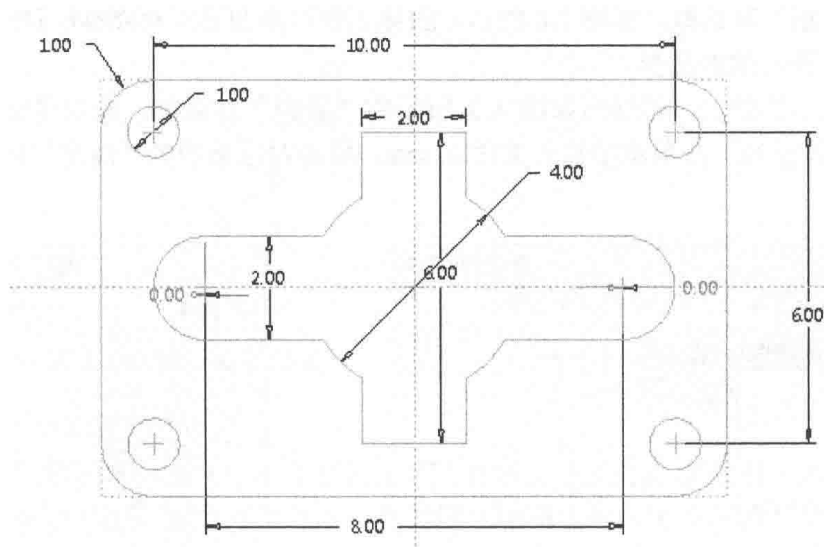


图 1.1 支座剖面

1.2 实验环境

Creo Parametric 3.0 以上版本软件，Window 7 以上版本操作系统。

1.3 预备知识和技能

用 Creo 进行草绘的时候需要遵循一些原则，才能提高草绘的效率和后续建模的质量，Creo 草绘需要遵守原则如下。

- 1) 合理利用辅助图元，达成设计意图。例如，利用中心线来达成对称关系，利用辅助点来定位。
- 2) 合理利用约束和尺寸，该用约束就用约束，该用尺寸就用尺寸。
- 3) 合理利用构造线，简化约束和尺寸。

4) 尽量简化截面, 工程特征用的图元尽量不在草绘中实现, 比如倒角、拔模斜度等。

5) 选用参考的时候遵守下面的顺序: 基准平面→基准轴线→实体面→实体边。优先考虑用基准作参考, 实在不行再考虑其他方法; 不选用非必要参考, 以避免不必要的父子关系。

6) 注意弱尺寸和约束(灰色), 确定是否需要, 以免因失误造成不期望的截面。

7) 草绘的特征截面要具有一定的几何意义。

8) 可能的情况下, 都使用闭合的剖面。

9) 对于不需要的约束, 草绘时故意偏离约束位置较夸张的距离, 然后再通过约束和尺寸修改到需要的位置和形状尺寸。

1.4 实验内容和步骤

Step1 设置支座草绘的工作环境

打开 Creo Parametric 软件, 单击“主页”选项卡下的“选择工作目录”按钮, 将弹出“选择工作目录”对话框, 如图 1.2 所示。选择工作目录为 E:\CreoStudy\Dtest1, 单击“确定”按钮完成工作目录的选择。

单击“新建”按钮, 将弹出如图 1.3 所示的“新建”对话框, 在对话框的“类型”区域选取“草绘”单选项, 在名称中输入文件名 seat, 单击对话框中的“确定”按钮, 进入 Creo 的草绘环境。



图 1.2 选择工作目录



图 1.3 新建文件

Step2 绘制几何图元

1) 单击“草绘器显示过滤”按钮, 在弹出的菜单中选中“全选”项。

2) 绘制中心线, 在“草绘”操控板中选中“中心线工具”; 中心线, 尽量使得中心线和栅格线重合, 在工作区中绘制水平和竖直两条中心线, 然后绘制水平和竖直两条直线, 在工作区中选中水平直线的尺寸将其修改为 6, 竖直直线的尺寸将其修改为 4, 如图 1.4 所示。

3) 绘制圆角, 在“草绘”操控板中选中“圆角工具”, 在工作区分别选取水平直线和竖直直线, 软件自动完成倒圆角, 然后选中圆角尺寸, 将其修改为 1。

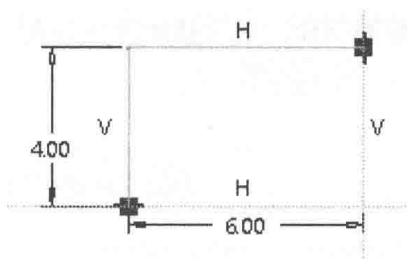


图 1.4 绘制中心线和直线

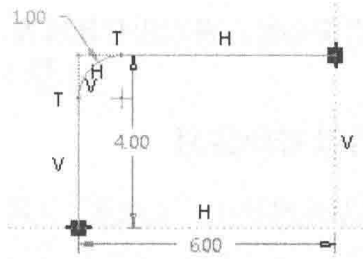


图 1.5 绘制圆角

4) 在“草绘”操控板中选中“直线工具”线，参照图 1.6 所示的栅格线位置绘制一条折线，再选中“圆心和端点的圆弧工具”弧，参照图 1.6 所示的栅格线位置绘制两条圆弧。

5) 在“草绘”操控板中选中“同心圆工具”圆，在工作区选择外圆弧确定同心圆心，以此为基础绘制同心圆，然后在“草绘”操控板中选中“动态修剪截面图元工具”，在工作区将将多余的圆弧和线段裁剪掉，如图 1.7 所示。

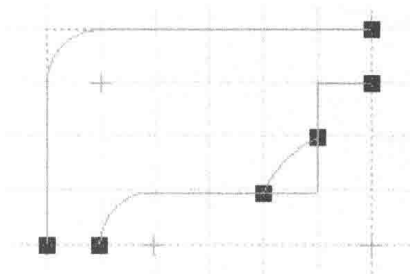


图 1.6 绘制折线和圆弧

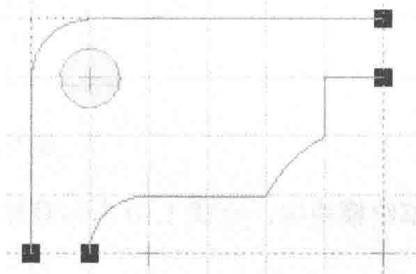


图 1.7 绘制同心圆和修剪

Step3 标注和修改尺寸

在“草绘”操控板中选中“尺寸标注工具”，在工作区参照图 1.8 所示，进行尺寸标注，标注完成后将不正确的尺寸通过双击鼠标左键调出修改文本框将尺寸进行修改。

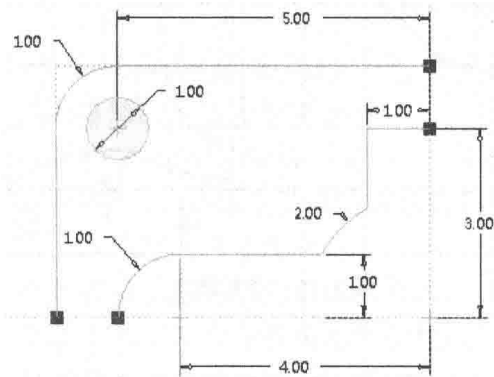


图 1.8 标注和修改尺寸

Step4 镜像图元

选中工作区右下角的选择过滤器为“几何”，在工作区框选所有的几何图元，在“草绘”操控板中选中“镜像工具”镜像，选择水平中心线为镜像轴，从而得到左边完整剖面，然

后选择竖直中心线，再次进行镜像操作，从而得到完整的剖面，最后修改标注与图 1.1 所示一致。

1.5 课后思考和练习

1. 在草绘模块中，完成图 1.9 所示图形。

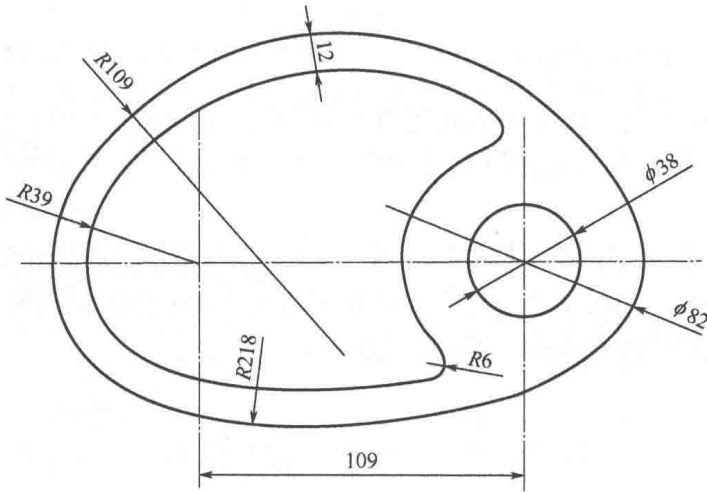


图 1.9 草绘练习

2. 在草绘模块中，完成 1.10 所示草绘练习。

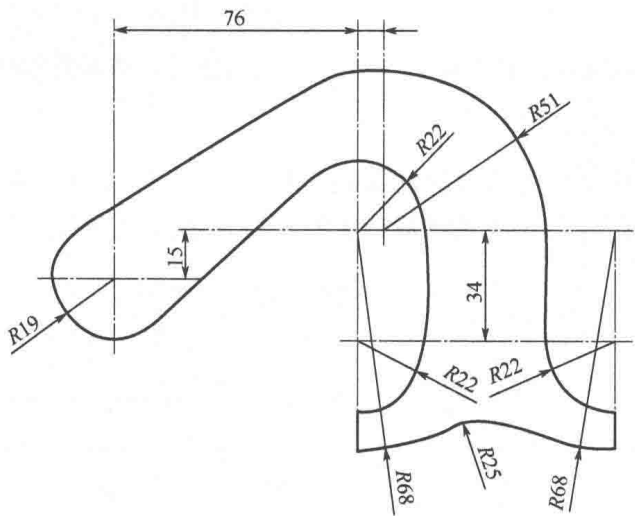


图 1.10 草绘练习

实验2 阀体剖面的草绘

2.1 实验任务和目的

草绘是 Creo 建模的基础,本次实践要求熟练应用二维图元绘制、编辑、标注、约束和诊断等工具完成图 2.1 所示的阀体剖面绘制。建议草绘时养成良好的草绘习惯,注重草绘质量和效率,这样有利于更好地进行后续的三维建模。

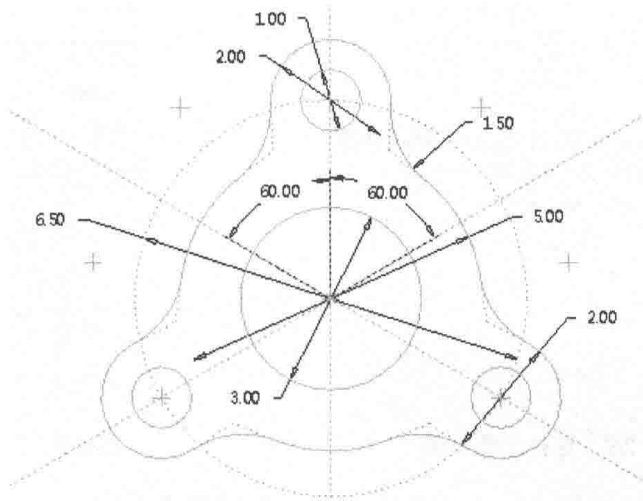


图 2.1 阀体剖面

2.2 实验环境

Creo Parametric 3.0 以上版本软件, win7 以上版本操作系统。

2.3 预备知识和技能

实验前,理解一下 Creo 草绘复杂图形时所遵循的步骤,对提高作图的质量和效率有事半功倍的效果,下面是总结的 Creo 草绘图形的步骤供参考。

画基准线→画已知线段(曲线)→画中间线段(曲线)→画连接线段(曲线)→确定约束→确定尺寸→图形的检查修改和整理。步骤中涉及的概念解释如下。

- 1) 基准: 确定尺寸位置的点或线称为尺寸基准。
- 2) 定形尺寸: 用以确定平面图形上各几何元素形状及其大小的尺寸称为定形尺寸。
- 3) 定位尺寸: 用以确定平面图形上几何元素间相对位置的尺寸称为定位尺寸。
- 4) 已知线段(曲线): 凡是定形尺寸和定位尺寸完整的线段(曲线)称为已知线段(曲线)。
- 5) 中间线段(曲线): 将具有定形尺寸,但定位尺寸不全的线称为中间线段(曲线)。
- 6) 连接线段(曲线): 将只有定形尺寸,而无定位尺寸的线段(曲线)称为连接线段(曲线)。

2.4 实验内容和步骤

Step1 设置阀体剖面草绘的工作环境

1) 打开 Creo Parametric 软件, 单击“主页”选项卡下的“选择工作目录”按钮, 将弹出选择工作目录对话框, 如图 2.2 所示。选择工作目录为 E:\CreoStudy\Dtest2, 单击“确定”按钮完成工作目录的选择。

2) 单击“新建”按钮, 将弹出如图 2.3 所示的“新建”对话框, 在对话框的“类型”区域选取“草绘”单选项, 在名称中输入文件名 valve, 单击对话框中的“确定”按钮, 进入 Creo 的草绘环境。

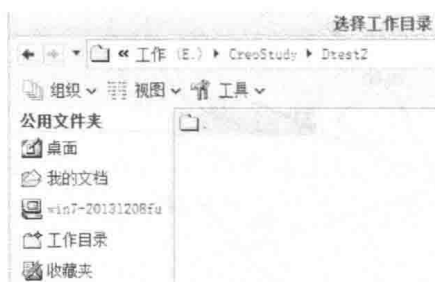


图 2.2 选择工作目录



图 2.3 新建文件

3) 单击“草绘器显示过滤”按钮, 在弹出的菜单中选中“全选”项。

4) 设置栅格捕捉: 进入“文件”选项, 单击“选项”菜单, 调出“Creo Parametric 选项”对话框, 左边区域选择“草绘器”, 在右边区域将“捕捉到栅格”复选框勾上, 单击“确定”按钮完成栅格捕捉设置, 如图 2.4 所示。

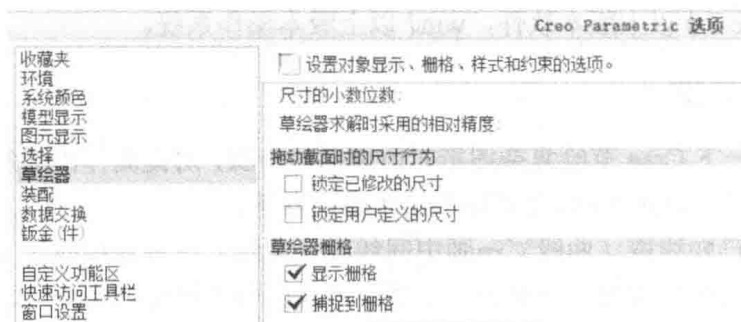


图 2.4 Creo Parametric 选项

Step2 绘制几何图元

1) 绘制中心线, 在“草绘”操控板中选中“中心线工具”中心线, 绘制图 2.5 所示的三条中心线。然后在“草绘”操控板中选中“构造模式”按钮, 再选中“圆心和点的画圆”工具, 在工作区中绘制图 2.5 所示的构造圆。完成这些操作后按图 2.5 所示进行尺寸修改, 尺寸修改完成后取消“栅格捕捉”和“构造模式”。

2) 绘制圆和同心圆: 在“草绘”操控板中选中“圆心和点的画圆”工具, 在工作

区的三个位置分别绘制半径为 1 和半径为 0.5 的同心圆，如图 2.6 所示。

3) 在“草绘”操控板中选“圆心和点的画圆”工具 ，如图 2.7 所示，在工作区绘制直径为 5 的圆。在“草绘”操控板中选“删除线段”工具 ，删除多余的线段，如图 2.8 所示。

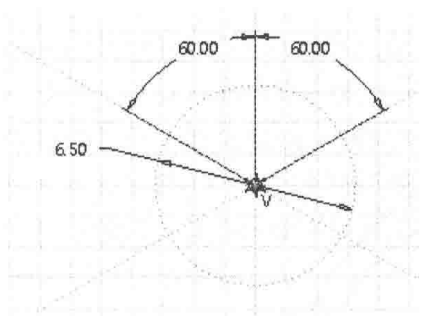


图 2.5 绘制中心线

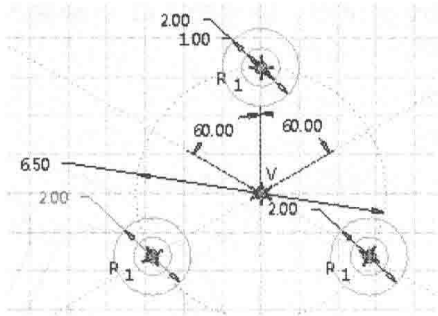


图 2.6 绘制圆和同心圆

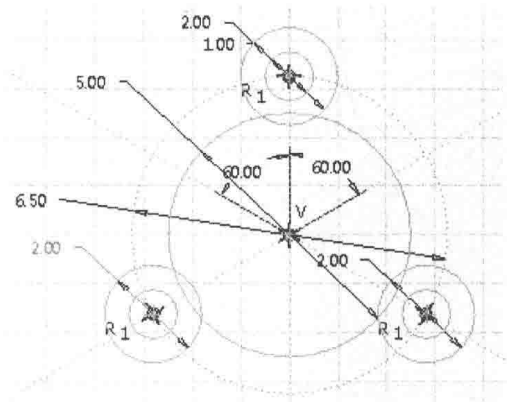


图 2.7 绘制圆

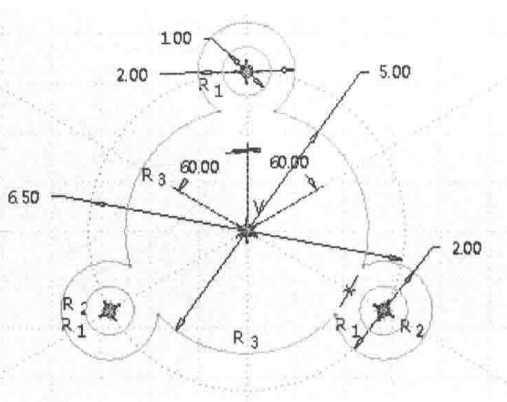


图 2.8 修剪多余线段

4) 在“草绘”操控板中选“圆角”工具 ，如图 2.9 所示，在工作区选中相邻的两圆弧倒圆角，倒圆角半径为 0.75。然后在“草绘”操控板中选“相等”约束工具 ，将这几段倒角圆弧的半径约束相等。

5) 在“草绘”操控板中选“圆心和点的画圆”工具 ，绘制图 2.10 所示直径为 3 的中心圆。

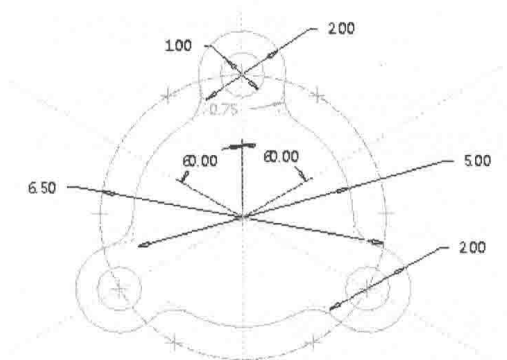


图 2.9 倒圆角

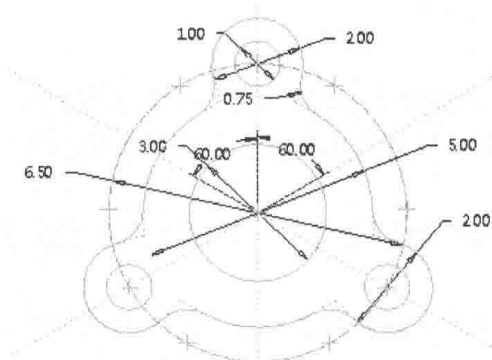


图 2.10 绘制中心圆

Step3 标注和修改尺寸

参照图 2.1, 修改标注与其一一致。完成修改后将图形进行保存。

2.5 课后思考和练习

在草绘模块中, 完成图 2.11 所示图形。

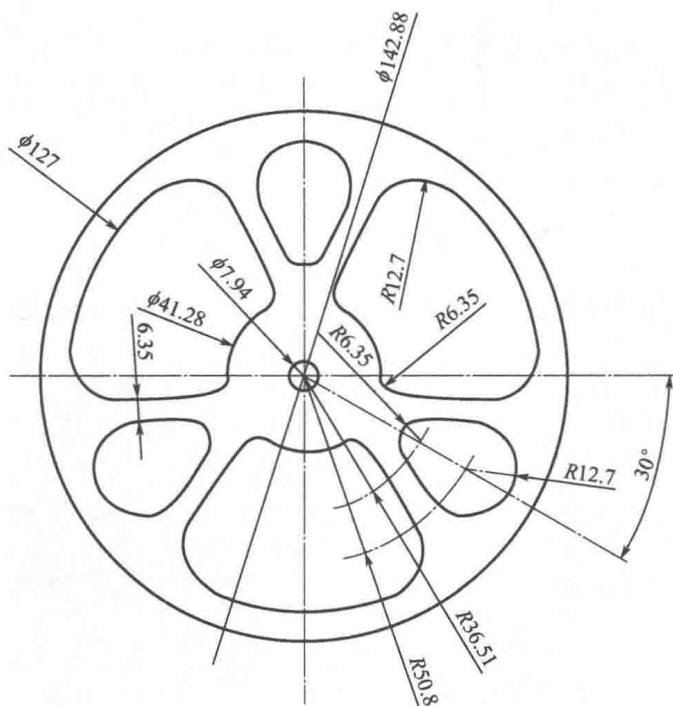


图 2.11 草绘练习

实验3 法兰零件建模实践

3.1 实验任务和目的

用 Creo 系统创建零件的模型，其方法十分灵活，按大的方法分类，有以下几种：①积木式方法：这是大部分机械零件的实体三维模型的创建方法，这种方法先创建一个反映零件主要形状的基础特征，然后在这个基础特征上添加其他一些特征，如伸出、切槽、倒角、圆角等。②曲面生成零件的实体三维模型的方法：这种方法是先创建零件的曲面特征，然后把曲面转换成实体模型。③从装配中生成零件的实体三维模型的方法：这种方法是先创建装配体，然后再装配体中创建零件。

本次实践要求熟练运用旋转特征、孔特征、筋特征、阵列特征，圆角特征等工具创建法兰模型（如图 3.1 所示），从而理解 Creo 积木式建模的思想并熟练掌握其建模方法。

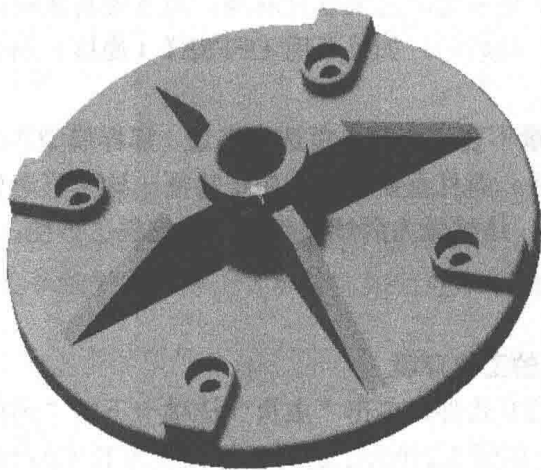


图 3.1 法兰模型

3.2 实验环境

Creo Parametric 3.0 以上版本软件，win7 以上版本操作系统。

3.3 预备知识和技能

Creo 系统在创建零件模型的时候一般应该遵从先主体后局部、由大到小；主要特征在前、辅助特征在后的建模思路。要实现高效准确的建模，建模时参照下面的法则可以得到事半功倍的效果。

- 1) 建模前设置好工作目录，它可以让建模人员方便快捷地打开和存储模型，提高工作效率。
- 2) 草绘时、尽量不要留弱尺寸，按设计规则将尺寸标注完全，画样条线曲线时两端一定要标角度，或定义相切。