

21世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

SolidWorks 2014

三维设计及应用教程



提供电子教案
和素材文件

- 内容系统全面——更注重“知识的系统性”，力求做到“设计与制造仿真”。
- 讲述因用就简——更注重“因用而学”，力求做到“删繁就简”。尽力做到选材精练、图文并茂、通俗易懂。
- 范例通用实用——更注重“理论指导下的实践”和“设计能力的培养”，力求做到“让读者专注于设计而非软件本身”。



曹 茹 商跃进 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

SolidWorks 2014 三维设计 及应用教程

曹 茹 商跃进 等编著



机械工业出版社

TP391.72

708-3

本书系统地介绍了计算机三维辅助机械设计的基本原理及实现方法。通过机械设计案例,介绍了运用 SolidWorks 及其插件进行零件建模、虚拟装配、图样绘制及产品展示等 CAD 技术,进行强度动力学仿真的 CAE 技术,进行数控编程的 CAM 技术。本书主要内容包括三维设计概述、零件建模、虚拟装配设计、工程图创建、Solidworks 提高设计效率的方法、机构运动/动力学仿真、机械零件结构设计、计算机辅助制造等。本书最大的特色是内容系统全面、讲述因用就简、范例通用实用。

本书可作为大、中专院校机械类专业和各种培训机构相关课程的教材和参考书,也可作为从事机械 CAD/CAE/CAM 研究与应用的工程技术人员的参考用书。

本书配有电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 2966938356, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks 2014 三维设计及应用教程 / 曹茹等编著. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2014.7

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

ISBN 978-7-111-47243-8

I. ①S… II. ①曹… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 147194 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 和庆娣 责任校对: 张艳霞

责任印制: 李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 3 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·23 印张·571 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47243-8

定价: 49.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

三维 CAD 系统设计的零部件不仅所见即所得,而且由于全相关,即零件、装配和工程中只要一处修改,所有涉及的内容自动修改;并且可以对零部件进行质量属性分析、装配干涉分析、空间运动仿真、应力应变分析、可加工性分析等一系列的仿真,极大地提高了设计水平和效率。目前,我国已有数百万机械设计从业人员,而且正在与日俱增,急需学习和掌握三维机械设计的原理、方法与技术。

三维机械设计技术涉及的内容十分广泛,软件命令繁多,如何合理组织和编排其核心技术内容,形成通俗易懂、简练实用的教材,是本书首要解决的问题。本书以 SolidWorks 2014 为参照,本着 CAD/CAE/CAM 一体化的思路组织内容,按照“通用、实用、系统、精练”的原则编写,重在培养读者基于三维技术的机械设计创新能力。尽力使读者真正做到不仅知其然,而且知其所以然,从本质上提高设计能力。本书的主要特色如下。

1) 内容系统全面——更注重“知识的系统性”,力求做到“设计与制造仿真”。尽力使读者明白计算机三维辅助设计是机械制图、机械原理、机械设计及机械制造等课程中所学理论知识的综合运用,使读者真正理解三维 CAD 软件是“机械产品的设计与制造仿真,而非简单的画图”。

2) 讲述因用就简——更注重“因用而学”,力求做到“删繁就简”。按照机械产品设计的需求组织和讲解最常用的命令,尽力做到选材精练、图文并茂、通俗易懂。

3) 范例通用实用——更注重“理论指导下的实践”和“设计能力的培养”,力求做到“让读者专注于设计而非软件本身”。深入浅出地讲解理论,在理论指导下完成工程实例的设计实践。使读者在实践过程中进一步理解和掌握理论,通过举一反三,去解决工程实际问题。力求做到“范例有实际工程背景”,运用真实机械零部件的设计过程把设计、绘图、生产工艺等各个步骤连接起来,使读者建立全新的基于三维技术的机械设计知识体系。

本书的第 2 章由曹茹编写,第 3 章由曹兴满编写,第 4 章由刘万选编写,第 5 章由李刚编写,第 6 章、第 7.5 节由商跃进编写,第 7.1~7.4 节由薛海编写,第 1 章、第 8 章由苗莉编写。全书由曹茹和商跃进统稿,并对例题进行了上机验证。

本书编写过程中,得到了兰州交通大学机电工程学院有关老师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,难免存在不妥之处,敬请读者提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

前言

第1章 三维设计概述	1
1.1 CAD/CAM 技术概述	1
1.1.1 三维设计基础	1
1.1.2 三维设计软件快速入门	3
1.2 SolidWorks 基础	11
1.2.1 SolidWorks 简介	11
1.2.2 SolidWorks 基本操作	11
习题 1	13
第2章 零件建模	14
2.1 零件建模基础	14
2.2 草图设计	15
2.2.1 引例：传动带轮廓设计	15
2.2.2 草图设计基础	17
2.2.3 复杂轮廓草图设计	20
2.3 特征设计	22
2.3.1 引例：圆柱销建模	22
2.3.2 特征设计基础	23
2.3.3 特征综合设计实例	25
2.4 零件设计	33
2.4.1 引例：支座建模	33
2.4.2 零件设计基础	37
2.4.3 零件建模规划	40
2.5 常用机械零件三维设计	42
2.5.1 标准件设计	42
2.5.2 轴类零件设计	43
2.5.3 螺旋弹簧类零件设计	46
2.5.4 盘类零件设计	50
2.5.5 齿轮类零件设计	52
2.5.6 箱体零件设计	55
习题 2	64
第3章 虚拟装配设计	68
3.1 自下而上的装配设计入门	68
3.1.1 快速入门——螺栓联接装配	68

3.1.2	装配设计基础	71
3.2	装配设计范例	75
3.2.1	曲轴连杆活塞总成实践	75
3.2.2	减速器装配设计实践	80
3.3	自上而下的装配设计	89
3.3.1	自上而下的装配设计基础	89
3.3.2	发动机自上而下的设计	91
3.4	机械产品表达	94
3.4.1	SolidWorks 产品表达功能	94
3.4.2	机械产品的静态表达	94
3.4.3	机械产品的动画表达	99
3.4.4	机械产品技术文档制作	106
	习题 3	113
第 4 章	工程图创建	116
4.1	工程图概述	116
4.1.1	工程图基本术语	116
4.1.2	SolidWorks 工程图入门	117
4.2	创建工程图模板	120
4.2.1	工程图常用国家标准规范	120
4.2.2	创建符合国家标准的图纸格式	123
4.2.3	设定符合国家标准的图纸选项	126
4.3	创建工程图	128
4.3.1	创建符合国家标准的视图	128
4.3.2	添加符合国家标准的注解	131
4.3.3	半联轴器工作图创建	134
4.4	创建零件图	138
4.4.1	零件图基本知识	138
4.4.2	轴类零件工作图实践	140
4.4.3	齿轮工作图实践	146
4.4.4	弹簧工作图实践	150
4.5	创建装配图	154
4.5.1	装配图基础知识	155
4.5.2	螺栓联接装配图实践	157
4.5.3	减速器总装配图实践	160
4.5.4	曲轴连杆活塞总成实践	166
	习题 4	169
第 5 章	SolidWorks 提高设计效率的方法	171
5.1	设计重用	171
5.1.1	配置的应用	171

17	5.1.2 设计库定制与使用	173
27	5.1.3 二次开发	175
27	5.2 钣金设计	177
08	5.2.1 钣金设计快速入门	177
08	5.2.2 建立钣金零件的方法	181
08	5.2.3 机箱盖子钣金设计实践	185
10	5.3 焊件设计	190
10	5.3.1 焊件设计快速入门	190
10	5.3.2 框架焊件设计实践	194
10	5.3.3 焊件型材定制	199
00	5.4 管路与布线设计	200
001	5.4.1 管路与布线设计快速入门	200
11	5.4.2 三维管路设计实践	204
11	5.4.3 计算机数据线建模	209
11	习题 5	212
	第 6 章 机构运动/动力学仿真	214
11	6.1 CAE 分析入门	214
01	6.1.1 引例: 四连杆机构分析	214
01	6.1.2 CAE 基础	217
01	6.2 虚拟样机技术	218
01	6.2.1 基本概念	219
01	6.2.2 虚拟样机技术的分析原理	220
01	6.2.3 SolidWorks Motion 基础	223
11	6.3 典型机构仿真	227
11	6.3.1 曲柄滑块机构参数化设计	227
11	6.3.2 太空船挂锁夹紧机构仿真	230
11	6.3.3 活塞式压气机机构仿真	236
11	习题 6	239
	第 7 章 机械零件结构设计	241
11	7.1 有限元分析原理	241
11	7.1.1 有限元入门	241
11	7.1.2 静态应力分析	247
11	7.1.3 有限元的建模策略	252
11	7.1.4 接触应力分析	262
11	7.1.5 热应力分析	267
11	7.1.6 流动效应分析	275
11	7.2 结构动态分析	280
11	7.2.1 动态分析原理	280
11	7.2.2 模态分析	281

7.2.3 跌落分析	284
7.3 疲劳分析	286
7.3.1 疲劳分析原理	287
7.3.2 轴四点弯曲疲劳寿命估算	289
7.4 优化设计	290
7.4.1 优化设计原理	290
7.4.2 带孔板轻量化设计	294
7.5 典型零件设计	296
7.5.1 减速器高速轴设计	296
7.5.2 直齿圆柱齿轮强度设计	303
7.5.3 圆柱螺旋压缩弹簧设计	309
7.5.4 压气机连杆动应力分析	312
7.5.5 制动零件热应力分析	315
7.5.6 汽车悬架疲劳寿命估算	318
7.5.7 悬臂托架尺寸优化	320
7.5.8 过盈热装配过程模拟	323
习题 7	329
第 8 章 计算机辅助制造	331
8.1 CAM 快速入门	331
8.1.1 引例: 平面凸轮 CAM	331
8.1.2 CAMWorks 数控编程基础	337
8.2 CAMWorks 数控编程范例	340
8.2.1 外形与槽铣加工	340
8.2.2 多轴铣削加工	346
8.2.3 手柄车削加工	349
8.2.4 车轮铣削与车削加工对比	352
习题 8	359
参考文献	360

第1章 三维设计概述

制造的全球化、信息化及需求的个性化，都要求企业能在最短的时间内推出用户满意的产品，并快速占领市场。欲适应这种瞬息万变的市场需求，缩短设计制造周期，提高产品质量，必须有先进的设计制造技术。计算机技术与设计制造技术相互渗透、依存、结合并共同发展，产生了一门综合性应用技术——计算机辅助设计与制造（Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM）。该技术是把人和计算机的最佳特性结合起来，辅助进行产品的设计分析与制造的一种技术，是综合了计算机与工程设计方法的最新发展而形成的一门新兴学科。

1.1 CAD/CAM 技术概述

CAD/CAM 技术的发展和應用已经成为衡量一个国家科技现代化与工业现代化水平的重要指标。本节主要介绍三维设计技术的意义、任务及其建模方法等。

1.1.1 三维设计基础

与二维设计相比，三维参数化设计是在装配设计的大环境下建立的，它可以用统一的、无须人为更改的数据，直接进行必要的结构强度等应力/应变分析，以保证新设计符合实际工程需要，而这也正是 CAD 的关键所在。

1. 三维设计的意义与作用

三维 CAD 系统中，用参数化约束设计零部件的尺寸关系，使得所设计的产品修改更容易，管理更方便。在装配设计中除了定义零部件之间的关系时需要采用参数化、变量化设计以外，为了更好地表述设计者的构思，也需要用参数化和变量化技术来建立装配体中各个零部件之间的特征形状和尺寸之间的关系，使得当其中某个零部件的形状和尺寸发生变化时，其他相关零部件的结构与尺寸也随之改变。支持在装配环境下设计新零件，可以用已有零件的形状作为参考，建立新零件与已有零件之间的形状关联。当参考零件的形状和尺寸发生变化时，新零件的结构与尺寸也随之变动。还可以利用参数化建立装配体中不同零部件之间的尺寸关联，定义驱动尺寸和参考尺寸。

三维 CAD 系统中，由于使用了统一的数据库，可借助于完整的三维实体模型、齐全的尺寸和几何约束、充分的参数驱动数据，完成设计的修改和调整、零部件的装配、力学分析、运动仿真、数控加工等 CAD 设计过程。通过必要的模拟仿真，可以直接应用和指导生产。

三维 CAD 系统中，工程图可以直接由三维模型投影而成，从而保证各个视图的正确性，可以根据三维模型的尺寸，自动生成二维尺寸，只需要对视图中间别线条进行调整，并标注工程符号，即可满足工程图的要求。由于三维 CAD 系统中三维/二维的全相关性，在不同的设计环境中的模型都是相互关联的，可以在三维/二维或其他设计环境中直接修改模型

的结构和尺寸，其他设计环境中的模型可以自动更新，从而可以使得设计的修改在三维与二维模型中保持一致。

在三维 CAD 系统中，可以调节渲染所设计产品的一些基本属性，如光源、模型属性（颜色等），还可以设置模型的纹理、反射、景深、阴影等效果，从而达到渲染产品外观的效果。

只有在三维的 CAD 设计中，才可能建立进行有限元分析的原始基本数据，进而实现产品的优化设计。用三维模型在装配状态下进行零件设计，可避免实际的干涉现象，达到事半功倍的效果。凡此种种，二维的绘图设计只能在局部勉强达到，因此，采用三维设计是设计理念的一种变革，是 CAD 应用的真正开始。

2. CAD/CAM 的功能和任务

CAD/CAM 的主要任务是对产品设计制造过程中的信息进行处理。这些信息主要包括：需求分析、概念设计、设计建模、设计分析、设计评价和设计表示、加工工艺分析、数控编程等。其工作流程如图 1-1 所示。

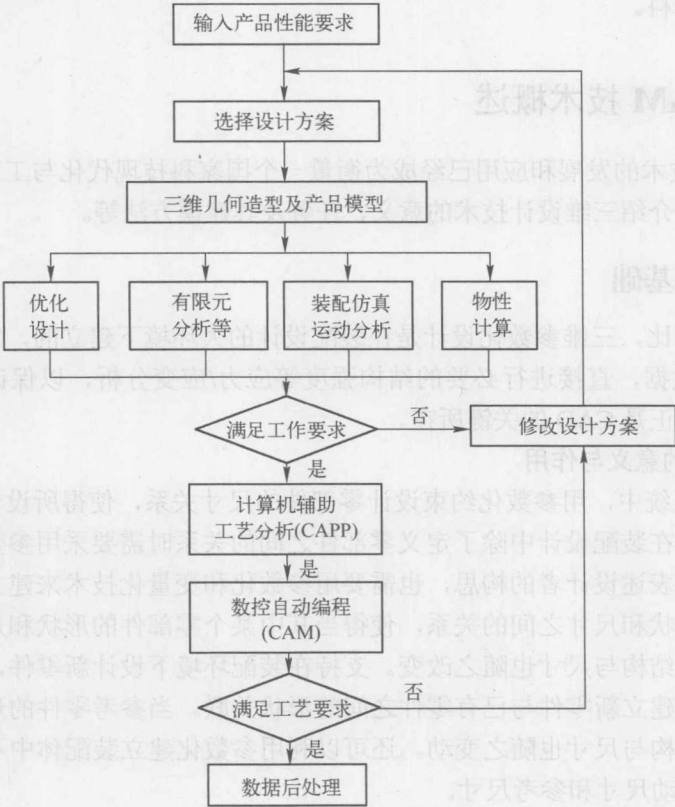


图 1-1 CAD/CAM 的工作流程

3. CAD 建模方式与方法

常用建模方式与方法见表 1-1。随着 CAD / CAM 的发展，产品模型研究和集成的要求迫切需要一个统一的产品信息模型，以满足设计、加工和检验等需要。特征建模正是针对这一问题而进行的一项卓有成效的探索，这种技术对几何形体的定义不仅限于名义形状的描述，还包括规定的公差、表面处理以及其他制造信息和类似的几何处理。面向设计过程、

制造过程的特征建模方法，克服了几何造型的缺陷，是一种理想的产品建模方式。

表 1-1 常用建模方式与方法

方 式	应 用 范 围	局 限 性	方 法	特 点
线框建模	画二维、三维线框图	不能表示实体，图形会有二义性	体素法	实体模型通过连接基本体素（球体、长方体、锥体、圆柱体）来构造。连接操作有：加、减、交、补
表面建模	艺术图形、形体表面的显示、数控加工	不能表示实体		
实体建模	物性计算、有限元分析、用集合运算构造形体	只能产生正则实体	扫描法	先生成一个 2D 轮廓，然后沿某一导向线进行三维扩展成实体。方法有：拉伸、旋转、扫描、放样
特征建模	在实体建模基础上加入实体的精度信息、材料信息、技术信息等	目前还没有实用化系统问世，主要集中在概念的提出和特征的定义及描述上		

1.1.2 三维设计软件快速入门

所有的三维视图、三维动画都是通过专业的三维设计软件制作的。不同的三维设计软件的主要侧重功能不一样，正确了解每个软件的特性有助于读者更好地运用三维设计软件。

1. CAD/CAM 系统组成

由一定硬件和软件组成的供辅助设计与制造使用的系统称为 CAD/CAM 系统。

(1) CAD/CAM 系统的硬件

CAD/CAM 系统的硬件由主机和外围设备组成，如图 1-2 所示。

(2) CAD/CAM 系统的软件

CAD/CAM 系统的软件可分为 3 个层次：系统软件、支撑软件和应用软件。

系统软件指操作系统和系统实用程序等，它用于计算机的管理、控制和维护。其包括操作系统、编译系统和系统实用程序。

支撑软件包括：几何建模软件，如 SolidWorks 等；数据库管理系统，如 FoxPro 工程数据库等；工程分析及计算软件，如 ANSYS 等；机构分析软件，如 ADAMS 等；文档制作软件，如 Word 等。

应用软件是用户为解决各类实际问题，在系统软件的支持下设计、开发的程序，或利用支撑软件进行二次开发形成的程序。

2. 产品对 CAD 软件功能的需求

不同企业因产品结构、生产方式和组织管理形式不同，对 CAD 软件的功能有不同需求。从大多数企业和 CAD 应用情况来看，对 CAD 软件的功能大致有如下需求。

1) 计算机二维绘图功能。“甩掉图板”把科技人员从烦琐的手工绘图中解放出来，是 CAD 应用工程的主要目标，也是 CAD 技术的最基本功能。

2) 三维 CAD/CAM 功能。可以解决企业的三维设计、虚拟设计与装配、机构运动分析、应力应变分析、钣金件的展开等困难，使企业走向真正的 CAD 设计。

3) 计算机辅助工艺设计 (CAPP) 功能。生产工艺是企业从设计到加工的桥梁，CAPP 软件应具有工艺设计、工艺设计任务管理、材料定额管理等功能，实现工艺过程标准化，保



图 1-2 CAD/CAM 系统硬件的组成

证获得高质量的工艺规程,提高企业工艺编制的效率和标准化程度。

4) 产品数据管理 PDM。复杂产品的设计和开发,不仅要考虑产品设计开发结果,而且必须考虑产品设计开发过程的管理与控制,管理产品生命周期的所有数据(包括图样技术文档)以及产品开发的工艺过程,使 CAD/CAPP/CAM 等系统实现数据的共享,使产品设计工作保持规范化,保证图样、工艺卡、加工代码、技术资料等的安全性。

5) 企业的应用软件。企业在引进二维/三维 CAD/CAPP/CAE/CAM/PDM 的基础上,针对本企业的技术特征所进行的二次开发,如汉化、厂标、行业标库建设、图库的扩充等。根据本企业产品的特点,建立分析、仿真优化、成本分析等专用或专业 CAD 系统,并和引进的 CAD 系统集成,形成本企业的 CAD 系统。

3. 市场上流行的 CAD 系统技术特点

CAD 软件可分为高端工作站 CAD 系统、中端微机 CAD 系统和低端微机 CAD 系统 3 类。

1) 高端工作站 CAD 系统。这类系统的特点是以 UNIX 操作系统为支撑平台。比较流行的有: Pro/Engineer 软件、I-DEAS 软件和 UG 软件。

2) 中端微机 CAD 系统。随着计算机技术的发展,基于 Windows 技术的微机 CAD 系统也迅速发展。目前,国际上流行的有 SolidWorks 软件和 MDT 软件等,国内也推出清华 CAD 工程中心的 GEMS 及华正公司的 CAXA-ME。

3) 低端微机 CAD 系统。纯二维 CAD 系统在国外已经不多,应用比较广泛的是 AutoCAD 软件。

4. 软件的选用原则

以上简单介绍了几种 CAD/CAM 软件,选择适合自己的软件时一般应考虑以下几个因素。

1) 系统功能与能力配置。目前,CAD/CAM 系统的系统软件和支撑软件很多,且大多采用了模块化结构和即插即用的连接与安装方式。不同的功能通过不同的软件模块实现,通过组装不同模块的软件构成不同规模和功能的系统。因此,要根据系统的功能要求确定系统所需要的软件模块和规模。

2) 软件性能价格比。与硬件系统一样,选定软件产品时,也要进行系统的调研与比较,选择满足要求、运行稳定可靠、容错性好、人机界面友好、具有良好性能价格比的产品。同时,要注意欲购软件的版本号,该版本推出的日期相比之前版本的功能改进等方面。

3) 与硬件的匹配性。不同的软件往往要求不同的硬件环境支持。如果软、硬件都需配置,则要先选软件,再选硬件,软件决定着 CAD/CAM 系统的功能。如果已有硬件,只配软件,则要考虑硬件能力,配备相应档次的软件。大多数软件分工作站版和微机版,有的是跨平台的。

4) 二次开发能力与环境。为高质、高效地发挥 CAD/CAM 软件作用,通常都需要进行二次开发,要了解所选软件是否具备二次开发的能力、开放性程度、所提供的二次开发工具、进行二次开发所需要的环境和编程语言等。

5) 开放性。所选软件应与 CAD/CAM 系统中的设备、其他软件和通用数据库具有良好的接口、数据格式转换和集成能力,具有与绘图仪或打印机等设备的接口,具备升级能力,便于系统的应用和扩展。

6) 可靠性。所选软件应在遇到一些极限处理情况或某些误操作时,能进行相应处理而不产生系统死机和系统崩溃的现象。

5. SolidWorks 快速入门

SolidWorks 作为三维设计软件,具有全面的零件及装配建模功能,利用该软件还可快速生成工程图。下面将通过建立举重杠铃的三维零件模型、组装装配体以及生成杠铃片零件工程图的实际操作过程,领略 SolidWorks 特征造型及装配的方便快捷,初步体会 SolidWorks 的主要功能、基本工作流程及其操作方法。内容包括建立杠铃杆和杠铃片的零件模型、杠铃轮对装配体、生成杠铃片工程图。

(1) 杠铃杆实体造型

1) 启动 SolidWorks “零件” 模块。

选择“开始”→“程序”→“SolidWorks”命令,在弹出的“新建 SolidWorks 文件”对话框中,选中零件,单击“确定”按钮,进入 SolidWorks 的“零件”造型界面。选择“文件”→“保存”命令,在弹出的“文件”对话框中设置文件名为“杠铃杆”,单击“保存”按钮。

2) 杠铃杆造型。

① 绘截面:选择右视基准面。单击草图工具栏上的“草图绘制”→“圆”按钮,指针变为。将指针移到草图原点,单击并移动指针,再次单击完成圆的绘制。单击“智能尺寸”按钮。选择圆线,移动指针单击放置该直径尺寸的位置,将直径设置为 50mm,单击“确定”按钮。

② 拉杆身:在 CommandManager 中单击“特征”→“拉伸凸台/基体”按钮,在图 1-3 所示的对话框中选“两侧对称”,设 D1 为 2200.00mm,单击“确定”按钮。单击视图工具栏上的“整屏显示全图”按钮,以显示整个杠铃杆的全图并使其居中于图形区域。

③ 分抓手:选择前视基准面。单击草图工具栏上的“草图绘制”→“矩形工具”,如图 1-4 所示绘制两个相距 1000mm,宽 100mm 的矩形,两者关于原点对称。选择“插入”→“曲线”→“分割线”命令,单击杠铃杆圆柱面,单击“确定”按钮。

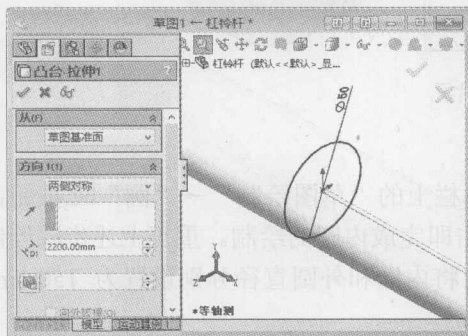


图 1-3 杠铃杆造型

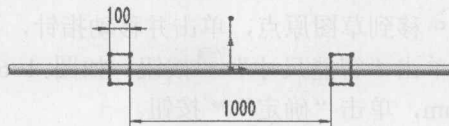


图 1-4 分抓手草图

(2) 杠铃片造型

1) 新建“零件”。

选择“文件”→“新建”命令,在弹出的“新建 SolidWorks 文件”对话框中,单击零件

按钮,再单击“确定”按钮,进入 SolidWorks 的“零件”造型界面。选择“文件”→“保存”命令,在弹出的对话框设置文件名为“杠杆片”,单击“保存”按钮。

2) 造片体。

① 绘制截面:选择前视基准面。单击草图工具栏上的“草图绘制”→“圆”按钮,将指针移到草图原点,单击并移动指针,再次单击即完成圆的绘制。单击“智能尺寸”按钮,选择圆,移动指针单击放置该直径尺寸的位置,将直径设置为 450mm,单击“确定”按钮。

② 拉片体:在 CommandManager 中单击“特征”→“拉伸凸台/基体”按钮,在拉伸对话框中设“两侧对称”,设为 100mm,单击“确定”按钮。

3) 打片孔。

① 绘孔圆:利用旋转工具选择片体端面。单击草图工具栏上的“草图绘制”→“圆”按钮,将指针移到草图原点,单击并移动指针,再次单击即完成圆的绘制。单击智能尺寸按钮,选择圆,移动指针单击放置该直径尺寸的位置,将直径设置为 50mm,单击“确定”按钮。

② 切孔体:在 CommandManager 中单击“特征”→“拉伸切除”按钮,如图 1-5 所示,设为“完全贯穿”,单击“确定”按钮。单击“视图定向”→“等轴测”按钮以显示等轴测。

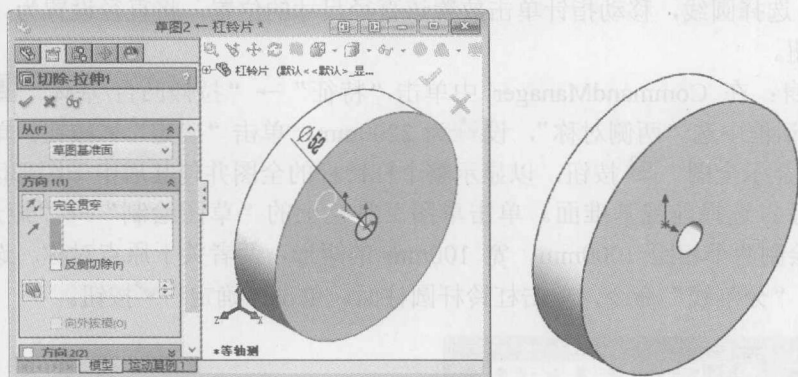


图 1-5 打片孔

4) 挖片面。

① 绘槽圆:选择片体前端面。单击草图工具栏上的“草图绘制”→“圆”按钮,将指针移到草图原点,单击并移动指针,再次单击即完成内圆的绘制。重复上述步骤绘制外圆,单击“智能尺寸”按钮,如图 1-6 所示,将内圆和外圆直径分别设置为 150mm 和 350mm,单击“确定”按钮。

② 挖片槽:在 CommandManager 中单击“特征”→“拉伸切除”按钮,设为“给定深度”,深度为 20mm,斜度为 30 度,单击“确定”按钮。

③ 镜像面:在 CommandManager 中单击“镜像”按钮,如图 1-7 所示,在打开的特征树中选“前视基准面”为镜像面,选“切除-拉伸 2”为要镜像的特征,单击“确定”按钮。



图 1-6 挖片槽

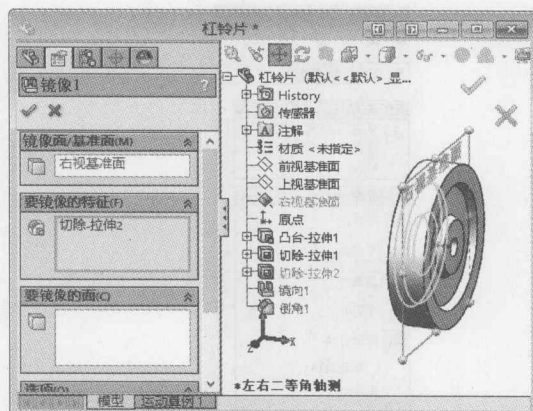


图 1-7 镜像槽

(3) 杠铃组装

1) 生成新的装配文档。单击标准工具栏上的“新建”按钮。新建 SolidWorks 文件对话框出现。单击“装配体”按钮，然后单击“确定”按钮，新装配窗口出现。

2) 插入杠铃杆。在“插入零部件”对话框中单击“浏览”按钮，在图 1-8 所示的对话框中，找到“杠铃杆”零件后，单击“打开”按钮。再单击“确定”按钮即可插入杠铃杆，该零件默认为固定零件。单击“视图定向”→“等轴测”按钮以显示等轴测。选择“文件”→“保存”命令，在弹出文件对话框设文件名为“杠铃”，单击“确定”按钮。

3) 插入杠铃片。在 CommandManager 中单击“装配体”→“插入零部件”按钮，单击“浏览”按钮，找到杠铃片，单击“打开”按钮，在图形区空白处单击，即插入杠铃片。重复上述步骤，插入另一个杠铃片，如图 1-9 所示。

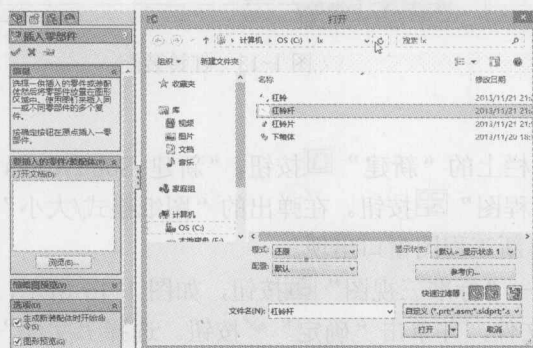


图 1-8 插入杠铃杆



图 1-9 插入杠铃片

4) 设定杆片同心配合。在装配工具栏中单击“配合”按钮，在图形区中选中杠铃杆柱面和杠铃片孔圆柱面，如图 1-10 所示，选中“同轴心”，单击“确定”按钮完成同心配合。重复上述步骤完成杠铃杆和另一个杠铃片同心配合。

5) 设定片面内侧距配合。在装配工具栏上单击“配合”按钮，在图形区中选中两杠铃片内侧面，设距离为 2000mm，单击“确定”按钮完成杠铃片距离配合，如图 1-11 所示。

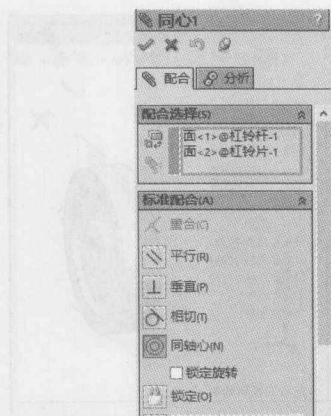


图 1-10 杆片“同轴心”设置

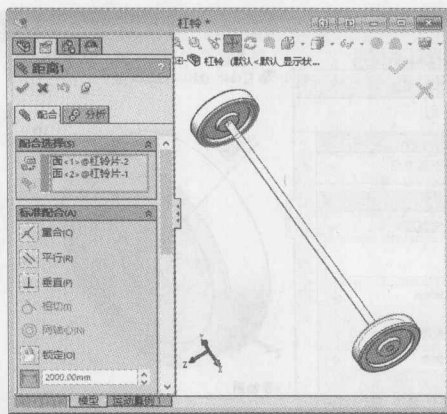


图 1-11 片面内侧距配合

6) 设定片内侧面对称。在装配工具栏上单击“配合”按钮，选择高级配合中的“对称”。如图 1-12 所示，在图形区中选中两红铃片内侧面，在设计树中选择红铃杆右视图为对称面，单击“确定”按钮完成红铃片内面对称配合，如图 1-13 所示。

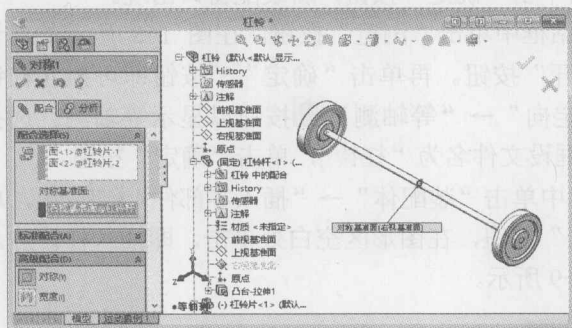


图 1-12 对称配合

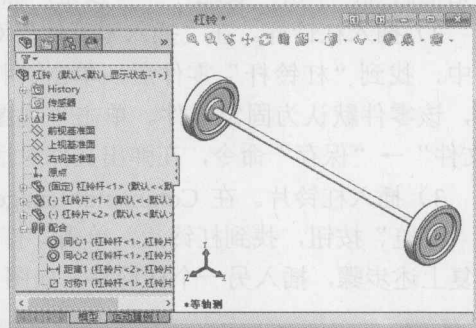


图 1-13 红铃装配

(4) 红铃工程图

1) 生成新的工程图文档。单击标准工具栏上的“新建”按钮，“新建 SolidWorks 文件”对话框出现。如图 1-14 所示，单击“工程图”按钮。在弹出的“图纸格式/大小”对话框中单击“确定”按钮接受系统默认设置，新工程图窗口出现。

2) 生成标准三视图。单击“视图布局”→“标准三视图”按钮，如图 1-15 所示，在弹出的“标准三视图”对话框中浏览到红铃文件，并单击“确定”按钮。选择“文件”→“保存”命令，在弹出文件对话框设文件名为“红铃”，单击“确定”按钮。

3) 调整视图比例。在设计树中单击鼠标右键（以下简称右击）“图纸格式 1”，从弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，设置图纸比例为 1:2.5，单击“确定”按钮，拖动视图定位。

4) 标注尺寸。单击“局部放大”按钮，将“右侧视图”放大，然后单击“草图”→“智能尺寸”按钮后，在绘图区中分别单击左、右红铃片的内侧线来标注红铃片内侧距。

(5) 验关联

打开红铃片，选中片面为草图平面，单击“视图定向”→“正视于”按钮，在其上绘制一个圆，使用“拉伸切除”命令中的“完全贯穿”选项生成孔后保存。然后，分别打

开杠铃装配文件和工程图文件，可见两文件的杠铃均已添加了辐板孔。说明零件、装配和工程图是全相关的。

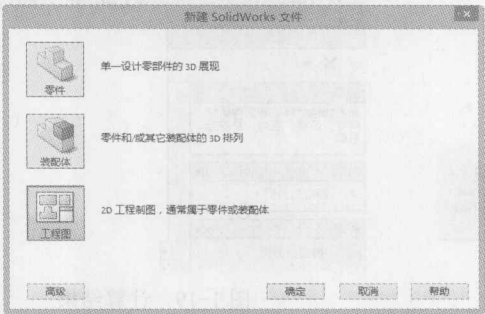


图 1-14 新建工程图

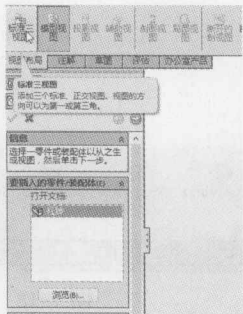


图 1-15 生成标准三视图

(6) 添材料

打开杠铃装配文件，如图 1-16 所示，在装配设计树中右击杠铃杆中的“材质”，从弹出的快捷菜单中选择“黄铜”命令，右击杠铃片<1>中的“材质”，从弹出的快捷菜单中选择“橡胶”命令，零件赋予相应材料并变为相应颜色。

(7) 称重量

在杠铃装配环境中，选择“工具”→“质量属性”命令，弹出图 1-17 所示的“质量属性”对话框，可知杠铃质量为 62.265 千克。



图 1-16 添材料

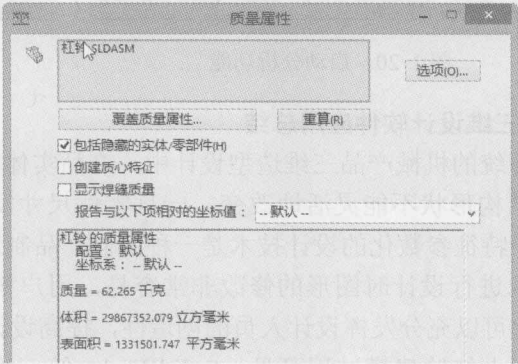


图 1-17 称质量

(8) 核强度

打开杠铃杆零件文件，如图 1-18 所示，单击“办公室产品”中的“SolidWorks Simulation”启动分析功能，如图 1-19 所示。

在“SolidWorks Simulation”中的“算例顾问”中选择“新算例”，单击“确定”按钮进入默认的静力分析。

单击工具栏“夹具顾问”中的“固定几何体”，选中两个手把圆柱面，单击“确定”按钮。单击“外载荷顾问”中的“力”，如图 1-20 所示，选中杠铃杆两端面，在力属性对话框中选中“选定方向”单选按钮，在特征树中单击“上视基准面”为载荷法向面，输入杠铃片重量载荷 300N，选中“反向”，单击“确定”按钮。单击工具栏中的运行，计算结果如图 1-21 所示。