

21世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

SolidWorks 2018

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“知识系统”，力求做到“融会贯通”。
- 原理精炼通用——更注重“能力培养”，力求做到“删繁就简”。
- 范例仿真实用——更注重“因用而学”，力求做到“工程背景”。

SolidWorks 2018



商跃进 曹茹 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 2018 三维设计及应用教程

商跃进 曹 茹 等编著



机械工业出版社

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。通过设计案例,以 SolidWorks 及其插件为平台,详细介绍了使用现代工具进行零件建模、虚拟装配、图纸绘制及产品展示等 CAD 技术,进行运动仿真和 FEM 分析的 CAE 技术以及进行数控铣削和车削编程的 CAM 技术。全书包括三维设计概述、零件参数化设计、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、机械零件结构设计和计算机辅助制造共 8 部分。本书最大的特色是基于 OBE 理念,根据“因用而学”的原则,内容安排系统全面、原理归纳精炼通用、范例实践仿真实用。

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,也可供从事机械 CAD/CAE/CAM 研究与应用的工程技术人员和研究人员参阅。

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 2018 三维设计及应用教程/商跃进等编著. —4 版. —北京:机械工业出版社, 2018. 3

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

ISBN 978-7-111-59422-2

I. ①S… II. ①商… 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(2018)第 050868 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:和庆娣 责任编辑:和庆娣 胡静

责任校对:张艳霞 责任印制:孙炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018 年 4 月第 4 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·20.25 印张·496 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-59422-2

定价:59.00 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

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

在当前德国工业 4.0 和中国制造 2025 等大背景下，三维技术普及化是必然的趋势。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，零件、装配和工程图中的修改可以实现牵一发而动全身；并且可以对零部件进行质量属性评测、装配干涉检查、空间运动仿真、应力应变评价、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。

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内容，形成通俗易懂、简练实用的教材，是本书解决的首要问题。本书以 SolidWorks 2018 为平台，基于成果导向（Outcome Based Education, OBE）工程教育理念，本着 CAD/CAE/CAM 一体化的思路组织内容，按照“内容系统全面、原理精炼通用、范例仿真实用”的原则编写，重在培养读者利用现代工具进行机械设计的创新能力，力求避免有关书籍中理论过深或手册式命令堆砌的问题，尽力使读者真正做到知其然，又知其所以然，从本质上提高设计能力。本书的主要特色如下。

内容系统全面——更注重“知识系统”，力求做到“融会贯通”。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，是“产品设计与制造仿真，而非简单的画图”。使读者把设计、绘图、制造等步骤连接起来，建立基于三维技术的全新机械设计知识体系。

原理精炼通用——更注重“能力培养”，力求做到“删繁就简”。深入浅出的归纳设计原理，“让读者专注于设计方法而非软件本身”。按照机械产品设计需求归纳通用方法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。

范例仿真实用——更注重“因用而学”，力求做到“工程背景”。使读者在归纳的设计原理指导下完成工程实例的设计实践，并进一步理解和掌握设计原理，举一反三，从而更好地解决工程实际问题。

本书的第 1 章、第 5 章由苏梅编写，第 2 章由曹茹编写，第 3 章、第 6 章由董雅宏编写，第 4 章由曹兴潇编写，第 7 章、第 8 章由商跃进编写。全书由商跃进和曹茹统稿；商跃进和董雅宏对例题进行了上机验证，制作教学 PPT 并进行了教学实践；曹茹和商玉冰对全书进行了校对。

本书编写过程中，得到了兰州交通大学校级重点教改项目（JGZ201701）的资助，兰州交通大学机电工程学院有关老师及机械工业出版社编辑给予了大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平所限、时间仓促，难免存在疏漏和不妥之处，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 三维设计技术基础	1
1.1.1 CAD/CAM 技术概述	1
1.1.2 三维设计工具简介	2
1.1.3 三维设计快速入门	3
1.2 SolidWorks 基础	8
1.2.1 SolidWorks 主要功能	8
1.2.2 SolidWorks 基本操作	9
习题 1	10
第 2 章 零件参数化设计	11
2.1 草图绘制	11
2.1.1 草图绘制快速入门	11
2.1.2 草图绘制基础	14
2.1.3 草图绘制实践	18
2.2 特征造型	20
2.2.1 特征造型快速入门	20
2.2.2 特征基本操作	22
2.2.3 SolidWorks 特征实践	24
2.3 零件设计	31
2.3.1 零件设计基础	31
2.3.2 设计意图体现	35
2.4 机械零件综合设计实践	42
2.4.1 标准件设计	42
2.4.2 轴类零件设计	43
2.4.3 螺旋弹簧类零件设计	47
2.4.4 盘类零件设计	51
2.4.5 齿轮类零件设计	53
2.4.6 箱体零件设计	57
习题 2	67
第 3 章 虚拟装配设计	74
3.1 自下而上的装配设计	74
3.1.1 装配设计快速入门	74
3.1.2 虚拟装配设计基础	77
3.1.3 装配管理	81
3.1.4 装配实践 1: 铁路客车轮对压装 仿真	82
3.1.5 装配实践 2: 活塞式压缩机 装配	85
3.2 单级减速器装配综合设计	92
3.2.1 装配过程分析	92
3.2.2 轴组件装配	92
3.2.3 减速器总装配	96
3.3 自上而下的装配设计	101
3.3.1 快速入门	101
3.3.2 螺栓联接装配自上而下设计	104
3.3.3 发动机自上而下的设计	106
3.4 机械产品设计表达	108
3.4.1 概述	108
3.4.2 机械产品的静态表达	108
3.4.3 机械产品的动画表达	113
习题 3	121
第 4 章 工程图创建	124
4.1 工程图基础	124
4.1.1 工程图快速入门	124
4.1.2 工程图基本术语	127
4.2 工程图模板创建	128
4.2.1 创建符合国家标准的图 格式	128
4.2.2 设定符合国家标准的图 选项	132
4.2.3 工程图模板管理与使用	135
4.3 工程图纸创建	136
4.3.1 创建符合国家标准 的视图	136
4.3.2 添加符合国家标准 的注解	141
4.3.3 SolidWorks 工程图 输出	144
4.3.4 半联轴器工作图 创建	147
4.4 创建零件图	151
4.4.1 零件图基本 知识	151

4.4.2 轴类零件工作图实践	153	第7章 机械零件结构设计	251
4.4.3 齿轮工作图实践	158	7.1 有限元分析快速入门	251
4.4.4 弹簧工作图实践	163	7.1.1 引例:带孔板应力分析	251
4.5 创建装配图	167	7.1.2 有限元的建模策略	256
4.5.1 装配图基础操作	167	7.2 高速轴设计	259
4.5.2 螺栓联接装配图实践	171	7.2.1 轴的静强度与刚度分析	260
4.5.3 减速器总装配图实践	175	7.2.2 轴的疲劳强度分析	262
4.5.4 螺栓联接拆装工程图实践	180	7.2.3 轴的模态分析	266
习题4	181	7.3 圆柱螺旋压缩弹簧设计	267
第5章 SolidWorks 提高设计效率的方法	184	7.3.1 弹簧设计内容	267
5.1 设计重用	184	7.3.2 弹簧刚度计算	268
5.1.1 配置和设计表	184	7.3.3 弹簧强度计算	269
5.1.2 设计库定制与使用	186	7.3.4 弹簧稳定性分析	270
5.1.3 智能扣件等智能功能	189	7.4 直齿圆柱齿轮强度设计	271
5.1.4 方程式参数化设计	193	7.4.1 齿轮啮合传动强度计算	271
5.1.5 二次开发	195	7.4.2 轮轴过盈配合强度计算	273
5.2 钣金	199	7.5 优化设计	276
5.2.1 钣金设计快速入门	199	7.5.1 拓扑优化设计	276
5.2.2 建立钣金零件的方法	202	7.5.2 尺寸优化设计原理	278
5.2.3 机箱盖子钣金设计实践	207	7.5.3 带孔板轻量化设计	281
5.3 焊件	212	7.5.4 悬臂托架轻量化设计	283
5.3.1 焊件设计快速入门	212	7.6 耦合场分析	285
5.3.2 框架焊件设计实践	215	7.6.1 压气机连杆动应力分析	285
5.3.3 焊件型材定制	220	7.6.2 制动零件热应力分析	287
5.4 管路与布线	221	7.6.3 动车组车体碰撞分析	289
5.4.1 管路与布线设计快速入门	222	7.6.4 动车组车体流固耦合分析	291
5.4.2 三维管路设计实践	226	习题7	294
5.4.3 计算机数据线建模	231	第8章 计算机辅助制造	295
习题5	233	8.1 CAM 快速入门	295
第6章 机构运动/动力学仿真	235	8.2 SolidWorks CAM 数控铣削加工 范例	298
6.1 机构分析快速入门	235	8.2.1 平面凸轮轮廓铣削	298
6.1.1 引例:曲柄滑块机构分析	235	8.2.2 外形轮廓与凹槽铣削加工	303
6.1.2 SolidWorks Motion 基础	237	8.3 SolidWorks CAM 数控车削加工 范例	307
6.2 SolidWorks Motion 应用	240	8.3.1 车削入门-手柄车削加工	308
6.2.1 压气机机构仿真分析	240	8.3.2 辗钢整体车轮车削加工	312
6.2.2 阀门凸轮机构仿真设计	243	习题8	316
6.2.3 工件夹紧机构仿真设计	245	参考文献	318
6.2.4 挂锁夹紧机构仿真设计	246		
习题6	250		

第 1 章 三维设计概述

CAD/CAM 三维设计的发展和应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。本章重点介绍三维设计技术的意义、内容及其建模工具, SolidWorks 图形用户界面基本组、用户界面设置和文件基本操作。

1.1 三维设计技术基础

制造业的全球化和信息化,催生了一门产品开发综合性应用技术——计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM)。该技术是新一代数字化、虚拟化、智能化设计平台的基础,是培育创新型人才的重要手段。

1.1.1 CAD/CAM 技术概述

与二维设计相比,三维参数化设计真正实现了计算机辅助绘图向计算机辅助设计的转变。用三维模型表达产品设计理念,不仅更为直观、高效,而包含了质量、材料、结构等物理、工程特性的三维功能模型,可以实现真正的虚拟设计和优化设计。

1. 三维设计的意义与作用

三维 CAD 系统中,用参数化约束来表达零部件的设计意图,三维/二维全相关,修改在三维与二维模型中保持一致,使得所设计的产品修改更容易,管理更方便。三维 CAD 系统中,由于使用了统一的数据库,在装配状态下进行零件设计,可避免干涉现象,起到事半功倍的作用。三维 CAD 系统中,工程图直接由三维模型投影而成,生成的工程图更准确;可以渲染产品的颜色等属性和纹理等效果,所见即所得;可以进行机构运动等计算机辅助工程(Computer Aided Engineer, CAE)、CAM 数控加工仿真分析。凡此种种,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。

使用三维 CAD 的目的主要是:表达设计思维,绘图/建模不是设计的终极目标;提高修改速度,零件设计必须实现关联;实现制造仿真——设计就是模拟加工和装配。

2. CAD/CAM 的功能和任务

图 1-1 为铁路车轮的设计过程示例,分析可知 CAD/CAM 的主要任务是对产品设计制造

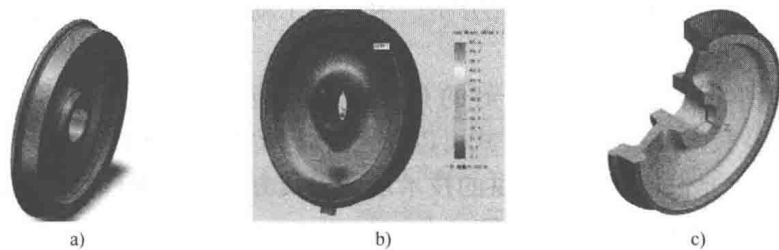


图 1-1 铁路车轮 CAD/CAM 设计过程

a) 设计 (CAD) b) 分析 (CAE) c) 仿真 (CAM)

过程中的信息进行处理。信息主要包括设计制造中的设计需求分析、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 1-2 所示。

1.1.2 三维设计工具简介

不同三维设计软件的主要侧重功能不一样，正确地了解每个软件的特性有助于更好地掌握三维设计软件。

1. 机械三维设计软件的类型

机械三维设计包括 CAD 设计软件 [如 SolidWorks、CATIA、UGNX (Unigraphics)、Pro/E (Pro/ENGINEER) 等]、CAE 分析软件 (如 ANSYS 等)、机构分析软件 (如 ADAMS 等)、CAM 数控加工软件、CAPP 工艺软件、PDM/PLM 协同管理软件等。

2. 软件的选用原则

企业在选择 CAD 软件的时候，应先对自身的需求以及企业实力做出客观的评价。主要从以下 5 方面来考虑软件的选择。

1) 软件功能：在选择 CAD 软件时，软件的功能是否能够满足用户的需要是最关键的一点。这里所指的软件功能不仅仅包括软件的 CAD 功能，还包括软件所提供的二次开发环境、与其他 CAD 软件的数据交换能力、是否能够与其他 CAM/CAE 等数字产品设计软件较好地集成等。当然，作为设计软件，CAD 功能是最为重要的。一款优秀的 CAD 软件应在提供了强大的几何（曲线、曲面）造型能力的基础上，还应具有参数化设计功能，三维实体模型与二维工程图形应能转化并关联。企业应视自身需要选择具有相应功能的 CAD 软件。

2) 软件及其配套硬件的性价比：软件的功能是否满足企业发展的要求是非常重要的，另外价格也是一个因素。

3) 软件的集成化程度：目前很多大型 CAD 软件实际上都与 CAM/CAE 相结合，集三维绘图、零部件装配、运动仿真、有限元分析、数控加工动态显示等功能于一身，企业应视自身需求选用。

4) 软件学习和使用的难度：一个好的 CAD 软件还应满足易学易用的要求。

5) 升级方法及技术支持：升级方式可以参考企业所要购买软件的前几个版本所用的升级方式。技术支持主要包括软件商提供的技术培训以及方式如软硬件维护及方式等。

3. 做一名合格的机械三维设计人员

做一名合格的机械三维设计人员，学习三维设计软件时，应该注意掌握以下学习方法。

1) 明确设计思想。要明白三维设计不仅为了直观，更重要的是为了贯彻设计思想，减

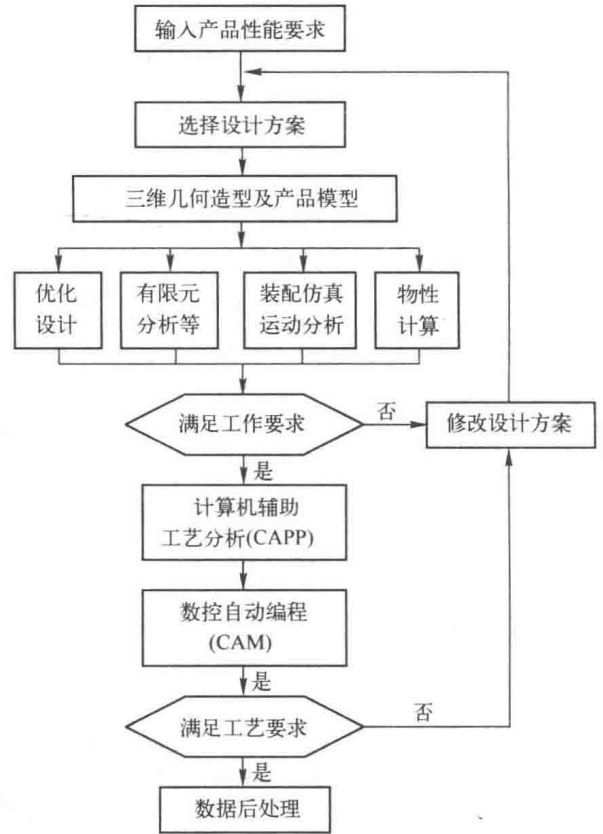


图 1-2 CAD/CAM 的工作流程

少错误，提高设计效率。没有设计思想，就等于没有了设计灵魂，只是单一的“搭积木”，往往会事倍功半。

2) 注重学练结合。三维软件的实践性很强，“光学不练等于白干，光练不看等于傻干，边看边练事半功倍”。

3) 夯实基础知识。三维设计通常就是零件加工过程的计算机仿真。一般来说，机械设计人员一定要掌握机械制图、公差与配合、机构学等基础知识，了解制造工艺过程。

4) 培养美学认识。现代的工业设计很大程度上依赖美学和工程学的结合。随着社会的发展和进步，人们对产品的美观程度有了较高的要求，要做设计必须从美学和工程学两方面入手，工程方面在学校里学得很多，实践中也会积累一些，美学则相对较难。


1.1.3 三维设计快速入门

1. 快速入门引例—哑铃三维设计









下面通过在 SolidWorks 中建立图 1-3 所示哑铃的设计过程，领略三维设计的基本流程及特点。具体过程如下。

(1) 造铃片

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，选中“零件”，单击“确定”按钮，进入 SolidWorks “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文件名为“铃片.sldprt”，单击“保存”按钮。

2) 造片体。

- 绘制截面：选择右视基准面，单击“草图”工具栏上的“草图绘制”→“圆”，单击坐标原点，拖动绘制圆，单击“智能尺寸”，选择圆，将直径设置为 140 mm，单击“确定”按钮.
- 拉片体：在工具栏中单击“特征”→“拉伸凸台/基体”，如图 1-4 所示，在“拉伸”对话框中选择“两侧对称”，设为 40 mm，单击“确定”按钮.

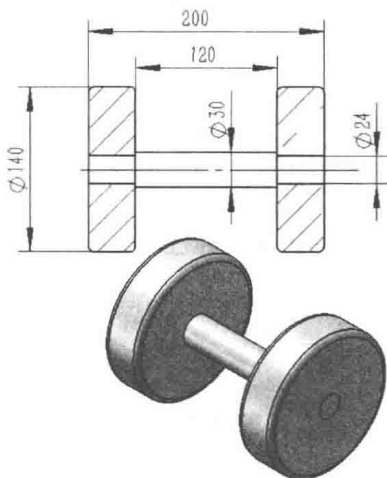


图 1-3 哑铃示意图

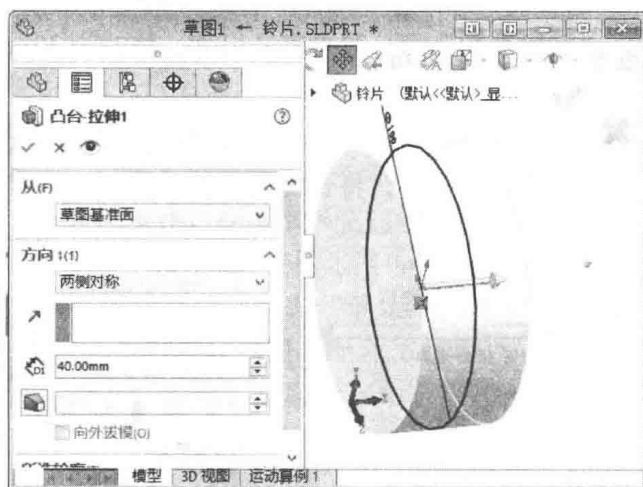


图 1-4 哑铃片体造型

3) 打通孔。

- 绘孔圆：选铃片端面，单击草图工具栏上的“草图绘制”→“圆”, 单击坐标原点，拖动绘制圆，单击“智能尺寸”, 将圆直径设置为 24 mm，单击“确定”按钮
- 切孔体：在工具条中单击“特征”→“拉伸切除”, 如图 1-5 所示，设置为“完全贯穿”，单击“确定”按钮

4) 倒圆角。

在工具条中单击“特征”→“圆角”, 如图 1-6 所示，单击圆柱面，选择“完整预览”单选按钮，设圆角参数为 5.00 mm，单击“确定”按钮。最后选择“文件”→“保存”命令。

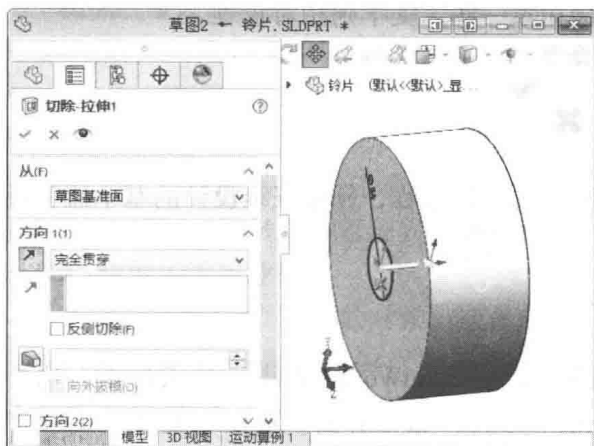


图 1-5 打通孔

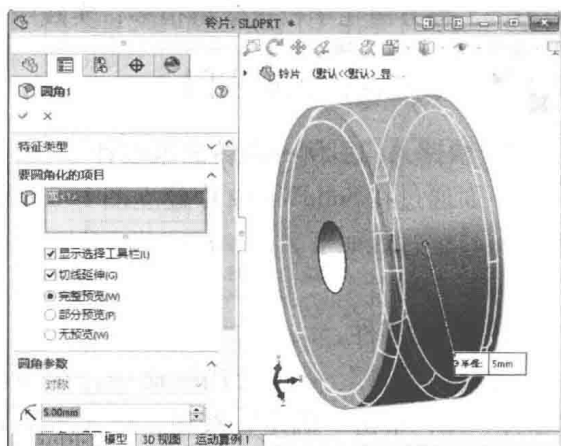


图 1-6 倒圆角

(2) 改手柄

1) 另存为。

在哑铃片编辑环境，选择“文件”→“另存为”命令，设置文件名为“手柄.sldprt”，单击“保存”按钮。

2) 改柄身。

- 改直径：如图 1-7 所示，在设计树中右击“凸台-拉伸 1”，在弹出的快捷菜单中选择“编辑草图”, 双击直径尺寸，修改为 30 mm，单击“确定”按钮。单击“更新”按钮
- 改长度：如图 1-8 所示，在设计树中右击“凸台-拉伸 1”，在弹出的快捷菜单中选择“编辑特征”, 将长度修改为 200 mm，单击“确定”按钮



图 1-7 改直径

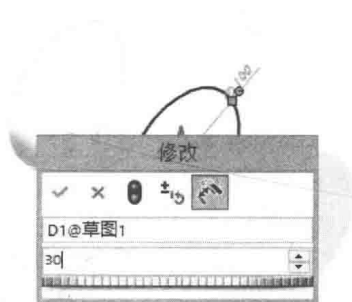


图 1-8 改长度

3) 改柄头。






- 改左头：在设计树中右击“切除-拉伸1”，在弹出的快捷菜单中选择“编辑特征”，如图1-9所示。选择“给定深度”，“尺寸”为40 mm，选择“反侧切除”复选框，单击“确定”按钮。
- 删圆角：在设计树中右击“圆角1”，在弹出的快捷菜单中选择“删除”命令，再在弹出的对话框中单击“是”按钮。
- 镜右头：在“特征”工具栏中单击“镜像”，如图1-10所示，选择“镜像面/基准面”为“右视基准面”，选择“要镜像的特征”为“切除-拉伸1”，单击“确定”按钮。



图 1-9 改左头

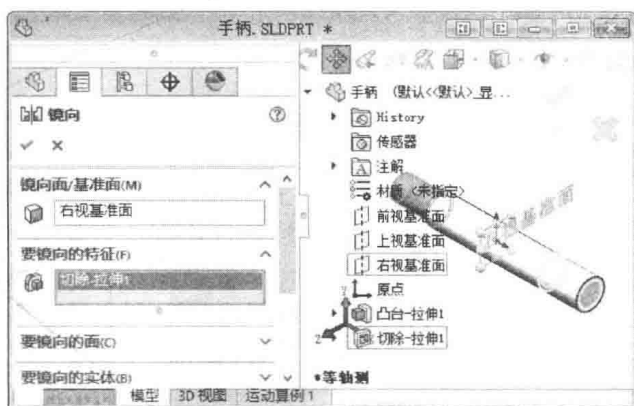





图 1-10 右头造型

(3) 装哑铃






1) 生成新装配。

单击“标准”工具栏上的“新建”。在弹出的“新建 Solidworks 文件”对话框中选择“装配体”，然后单击“确定”按钮。

2) 装手柄。

在“插入零部件”对话框中单击“浏览”按钮，在图1-11所示的对话框中，找到并选择“手柄”文件后，单击“打开”按钮。再单击“确定”按钮即可插入杠铃杆。选择“文件”→“保存”命令，在弹出的对话框中设文件名为“哑铃”，单击“确定”按钮。

3) 装左铃片。

- 插铃片：在工具栏中单击“装配体”→“插入零部件”按钮，单击“浏览”按钮，找到并选择“铃片”文件，单击“打开”按钮，在图形区空白处单击，即插入铃片。
- 设同心：在“装配”工具栏上单击“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1-12所示，选中“同轴心”，单击“确定”按钮完成轮轴同心配合。重复上述步骤完成杠铃杆和另一个杠铃片的同心配合。
- 设重合：在“装配”工具栏上单击“配合”按钮，在图形区中选中铃片侧面和手柄安装面，如图1-13所示，在“标准配合”中选择“重合”，单击“确定”按钮。

4) 装右铃片：重复上述步骤，插入另一个铃片，结果如图1-14所示，并保存为“哑铃.sldasm”。



图 1-11 插入杠铃杆

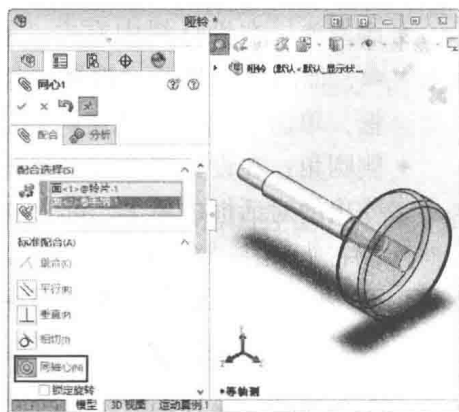


图 1-12 设“同轴心”

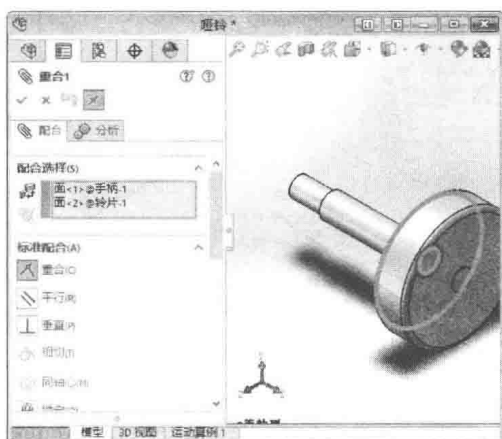


图 1-13 铃片内侧面和手柄头重合配合

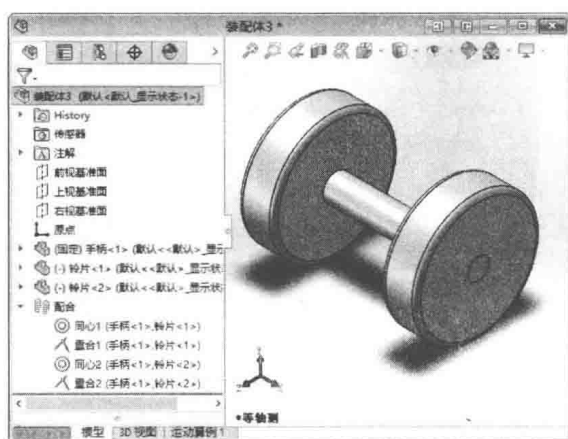






图 1-14 哑铃装配

(4) 出图纸



1) 生成新的工程图文档。

单击“标准”工具栏上的“新建”按钮，弹出“新建 SolidWorks 文件”对话框，单击“工程图”按钮，单击“确定”按钮，弹出“新工程图”窗口。

2) 生成标准三视图。

单击“视图布局”上的“标准三视图”按钮，在弹出的“标准三视图”对话框中找到“哑铃.sldasm”文件，并单击“确定”按钮。选择“文件”→“保存”命令，在弹出的对话框中设“文件名”为“哑铃”，单击“确定”按钮。

3) 标注尺寸。

单击“注解”工具栏注解上的“模型项目”按钮，单击“确定”按钮，再单击“是”按钮，完成尺寸标注。保存为“哑铃装配图.sldasm”。

(5) 添材料

打开哑铃装配文件，如图 1-15 所示，在装配设计树中右击“手柄”中的“材质”，在弹出的快捷菜单中选择“黄铜”，零件被赋予相应材料并变为相应颜色。重复上述步骤为铃片之一设置“材料”为“红铜”即可。

(6) 称质量

在哑铃装配环境中，选择“评估”→“质量属性”命令，弹出如图 1-16 所示的“质量属性”对话框，可知杠铃质量为 11.584 千克。

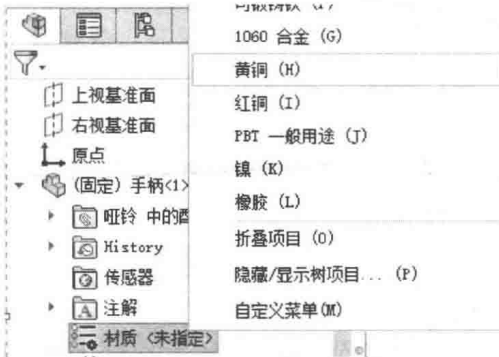


图 1-15 添材料



图 1-16 称质量

(7) 验关联

打开铃片，如图 1-17 所示，右击“草图 1”，在弹出的快捷菜单中选择“编辑草图”，修改铃片直径为 100 mm。单击工具栏上的“更新”按钮，完成零件更新。然后，打开哑铃装配文件测量可见质量变为 6.240 千克；打开哑铃工程图，可见铃片直径变为 100。这说明零件、装配和工程图是全相关的。

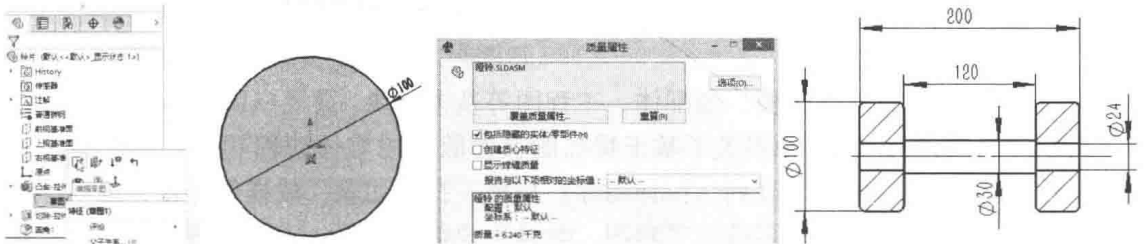


图 1-17 零件、装配和工程图是全相关验证

2. 三维设计的要点

(1) 三维 CAD 软件建模特点

由举重哑铃建模过程可见：SolidWorks 等三维 CAD 软件具有“机械制造仿真、所见即所得和牵一发而动全身”的特点。

(2) 三维设计的建模层次

由以上分析可知，三维设计分为 4 个层次：草图、特征、零件和产品，如图 1-18 所示。在三维设计中，“草图设计是基础，特征设计是关键，零件设计是核心，装配设计是目标，图纸设计是成果”。

(3) 三维 CAD 软件建模步骤

SolidWorks 等三维 CAD 软件一般都拥有“制零件、装机械、出图纸”的 3 种基

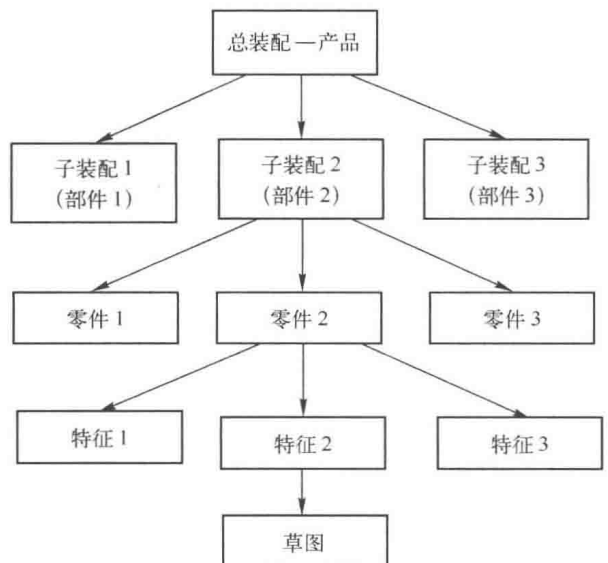


图 1-18 基于特征的产品造型

本功能。各种基本功能的操作步骤可总结为以下三步曲。

- 制零件：画草图、造特征、制零件。
- 装机械：添零件、设配合、装机械。
- 出图纸：投视图、添注解、出图纸。

1.2 SolidWorks 基础

SolidWorks 软件以其优异的性能、易用性和创新性，极大地提高了机械设计工程师的设计效率，在与同类软件的激烈竞争中确立了它的市场地位。

1.2.1 SolidWorks 主要功能

SolidWorks 软件 1995 年问世，现在已经发展到 SolidWorks 2018 了。自 1996 年以来，SolidWorks 公司已为数千家中国制造企业的产品开发提供完整的信息化解决方案及服务，并在 CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM/ERP 等领域为企业的信息化建设提供了完整的、实用的解决方案，在航空、航天、铁道、兵器、电子、机械等领域拥有广泛的用户。

SolidWorks 是一个在 Windows 环境下进行机械设计的软件，是一个以设计功能为主的 CAD/CAE/CAM 软件。包含零件建模、装配设计、工程图等基本模块和钣金、焊接、布路、曲面造型等专用模块，还能与有限元分析软件 Simulation、机构运动学分析软件 Motion 以及 CAMWorks 数控加工等软件无缝集成。

1. SolidWorks 基本模块

在 SolidWorks 里有零件建模、装配体、工程图等基本模块。

1) 零件建模：SolidWorks 提供了基于特征的、参数化的实体建模功能，可以通过特征工具进行拉伸、旋转、抽壳、阵列、拉伸切除、扫描、扫描切除、放样等操作完成零件的建模。建模后的零件，可以生成零件的工程图，并且生成数控代码，直接进行零件加工，还可以插入装配体中形成装配关系。

2) 装配体：在 SolidWorks 中自上而下生成新零件时，要参考其他零件并保持这种参数关系，在装配环境里，可以方便地设计和修改零部件。在自下而上的设计中，可利用已有的三维零件模型，将两个或者多个零件按照一定的约束关系进行组装，形成产品的虚拟装配，还可以进行运动分析、干涉检查等。

3) 工程图：利用零件及其装配实体模型，可以自动生成零件及装配的工程图，只需要指定模型的投影方向或者剖切位置等，就可以得到需要的图形，且工程图是全相关的，当修改工程图的尺寸时，零件模型、各个视图、装配体都自动更新。

2. SolidWorks 术语

SolidWorks 是一个基于特征、参数化的实体造型系统，具有强大的实体建模功能；同时也提供了二次开发的环境和开放的数据结构。其主要术语如下。

(1) 实体建模

实体建模就是设计人员在计算机上直接用三维基本元素来构造零件完成三维模型。

(2) 基于特征

特征是指可以用参数驱动的三维几何体。特征兼有形状和功能两种属性，包括特定几何

形状、拓扑关系、典型功能制造技术和公差要求。它是产品设计和制造者最关注的对象，是产品局部信息的集合。

基于特征的设计中，特征是设计的基本单元，零件模型是各种特征的叠加。例如，如图 1-19 所示的铃片是下料、打孔和倒圆角 3 个特征的组合。

(3) 参数化

传统的 CAD 绘图其尺寸仅有“注释”功能，参数化设计的尺寸用变量参数来表示，具有“驱动”能力，模型改变由尺寸驱动。

(4) 全相关

SolidWorks 零件模型与其相关的工程图及装配体是完全关联的，即对模型的修改会自动反映到与之相关的工程图和装配体中；同样，对工程图和装配体的修改也会自动反映在模型中。

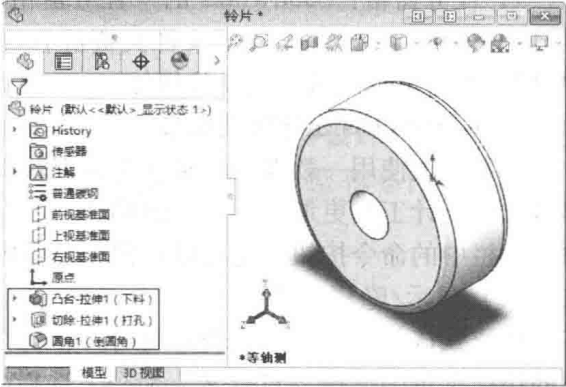


图 1-19 基于特征举例

1.2.2 SolidWorks 基本操作

SolidWorks 界面操作完全使用 Windows 风格，具有人性化的操作界面，从而具备使用简单、操作方便的特点。SolidWorks 2018 包括了直接响应用户需求和 21 世纪产品开发需求的新增功能和增强功能，将智能的 CAM 软件和 Inspection 检测工具集成为一个整体，从而简化了设计，制造和检验，而无须创建二维图纸。

1. SolidWorks 用户界面

SolidWorks 采用了 Windows 图形用户界面，易学易用。其界面组成如图 1-20 所示。



图 1-20 SolidWorks 用户界面

- 1) 菜单栏：菜单几乎包括所有 SolidWorks 命令。默认情况下，菜单是隐藏的。要显示菜单，需将鼠标移到 SolidWorks 徽标上或单击它。若想使菜单保持可见，单击 使其变为 。
- 2) CommandManager 命令管理器：常用工具栏，当单击位于工具栏下面的选项卡时，将更新以显示该工具栏。例如，如果单击“草图”选项卡，将出现“草图”工具栏。

3) FeatureManager 设计树: SolidWorks 软件在一个被称为 FeatureManager 设计树的特殊窗口中显示模型的结构。设计树可以显示特征创建的顺序等相关信息。用户可以通过 FeatureManager 设计树选择和编辑特征、草图、工程视图和构造几何线等。

4) 前导视图工具: 提供前视、轴测图等操纵视图查看方式所需的所有工具。

5) 任务窗格: SolidWorks 的“任务窗格”类似 Windows 菜单, 包含 3 个面板: “SolidWorks 资源”“设计库”和“文件夹资源管理器”。通过面板访问现有几何体, 可以在界面中打开/关闭及从默认点拖动几何体。

2. SolidWorks 工作环境设置

要熟练地使用一款软件, 必须先认识软件的工作环境, 再设置适合自己的使用环境, 这样可以使设计工作更加快捷。SolidWorks 可以根据需要显示或者隐藏工具栏, 以及添加或删除工具栏中的命令按钮, 还可以根据需要设置零件、装配体和工程图的工作界面。

(1) 显示/隐藏工具栏

系统默认的工具栏是比较常用的。显示/隐藏工具栏的方法: 在工具栏区域右击, 在弹出的快捷菜单中选择“自定义”命令, 选择/取消选择需要显示/隐藏的工具栏复选框即可。

(2) 添加/删除工具栏命令按钮

在系统默认的工具栏中, 并没有包括平时所用的所有命令按钮。添加/删除工具栏命令按钮的方法: 选择“工具”→“自定义”命令, 在弹出的对话框中选择“命令”选项卡, 并将该选项卡中相应的按钮拖放到工具栏中即可添加。

(3) 显示/隐藏坐标系等

选择“视图”→“显示/隐藏”, 再选择要显示/隐藏的“坐标系”等。

(4) 显示效果设置

用户可以更改操作界面的背景颜色、显示角度、显示方式等。操作方法是使用前导视图中的相应按钮, 例如, 用前导视图工具中的“视图定向”按钮等可以选择观察角度等。

3. 设计文件的命名和保存

SolidWorks 零件、装配和工程图文件的扩展名分别为“sldprt”“sldasm”和“slddrw”。为了便于管理, 根据产品和部件建立不同的文件夹, 分别保存相应产品或部件的模型和工程图文件。模型文件的名称使用零件或装配名称命名, 其对应的工程图文件使用“相同名称+工作图或装配”来命名并保存。

选择“文件”→“保存”命令即可保存相应编辑格式的文件; 选择“文件”→“PackandGo”（打包）命令, 即可把相关文件一起保存到压缩文件中。

习题 1

简答题

- 1) 简述三维设计的意义与作用。
- 2) 简述三维设计软件的基本功能与步骤。
- 3) SolidWorks 是什么样的软件? 它有什么特点?
- 4) 简述 SolidWorks 设计树的作用。
- 5) SolidWorks 零件、装配和工程图文件的扩展名分别是什么?
- 6) 上机练习哑铃建模全过程。

第 2 章 零件参数化设计

在三维 CAD 软件中,通常需要在选定的平面上绘制二维几何图形(草图),再对这个草图进行特征操作,使之生成三维特征,由多个特征组成零件。“零件设计是核心,特征设计是关键,草图设计是基础”。本部分重点介绍草图绘制、特征造型和零件设计的相关知识。

2.1 草图绘制

本部分重点介绍草图绘制步骤、绘制工具和约束方法等。

2.1.1 草图绘制快速入门

1. 草图绘制引例

下面以在前视基准面上绘制图 2-1 所示草图为例,说明草图绘制的过程。经过对草图分析可以得出其绘制思路如图 2-1a~图 2-1d 所示,具体步骤如下。

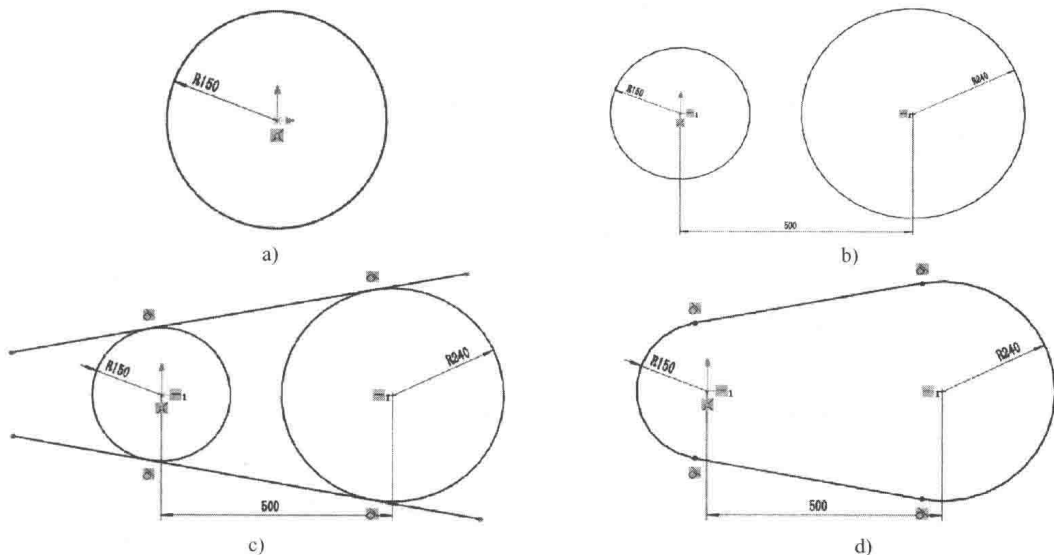




图 2-1 草图绘制引例

a) 绘左圆 b) 绘右圆 c) 绘切线 d) 裁多余

(1) 选平面

双击桌面上的快捷方式启动 SolidWorks,在“新建 SolidWorks 文件”对话框中单击“零件”按钮,然后单击“确定”按钮,新零件窗口出现。在左侧的设计树中选择“前视基准面”;在 CommandManager 中,单击“草图”→“草图绘制”进入草图绘制环境。