

SolidWorks2010

中文版

快速入门与应用

赵罟 王平 编著

基础 + 案例 + 经验 = 快速入门与应用

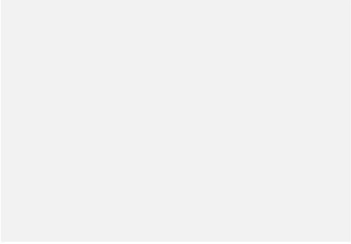


操作视频讲解
素材文件支持



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



SolidWorks 2010 中文版 快速入门与应用

赵罟 王平 编著

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD 软件, 该软件以参数化特征造型为基础, 具有功能强大、易学、易用等特点。

本书针对 SolidWorks 2010 中文版系统地介绍了草图绘制、特征设计、曲面建模、钣金设计、装配体设计、有限元分析和工程图设计等方面的功能。内容安排上采用由浅入深、循序渐进的原则。在具体写作上, 首先介绍相应章节的基础知识, 然后利用一个内容较全面的范例来使读者了解具体的操作步骤, 该操作步骤翔实、图文并茂, 引领读者一步一步完成模型的创建, 使读者既快又深入地理解 SolidWorks 软件中的一些抽象的概念和功能。

本书可作为广大工程技术人员 SolidWorks 自学教程和参考书籍, 也可作为大专院校计算机辅助设计课程的实训教材。随书附光盘一张, 包含书中的实例素材文件和操作视频录像文件。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 2010 中文版快速入门与应用 / 赵果, 王平编著. —北京: 电子工业出版社, 2010.4

ISBN 978-7-121-10504-3

I. S... II. ①赵… ②王… III. 计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks 2010 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 041507 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 陈韦凯

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28 字数: 716 千字

印 次: 2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册

定 价: 56.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

SolidWorks 公司是一家专业从事三维机械设计、工程分析、产品数据管理软件研发和销售的国际性公司。其产品 SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD 软件，它有一套完整的 3D MCAD 产品设计解决方案，即在一个软件包中为产品设计团队提供了所有必要的机械设计、验证、运动模拟、数据管理和交流工具。该软件以参数化特征造型为基础，具有功能强大、易学、易用等特点，是当前最优秀的三维 CAD 软件之一。

本书采用通俗易懂、循序渐进的方法讲解 SolidWorks 2010 的基本内容和操作步骤。本书主要包括：

- (1) 介绍 SolidWorks 软件基础。包括基本功能、操作方法和常用模块的功用。
- (2) 草图绘制。讲解草图的绘制和修改方法。
- (3) 特征建模。讲解 SolidWorks 软件大部分的特征建模命令。
- (4) 装配体设计。讲解装配体的具体设计方法和步骤。
- (5) 工程图设计。讲解装配图和零件图的设计。
- (6) 曲面建模。讲解曲线和曲面的建立过程。
- (7) 钣金焊件建模。讲解钣金和焊件的建模步骤。
- (8) 模具和管路设计。讲解模具设计和管路设计。
- (9) 渲染和动画制作。讲解图片渲染和动画制作。
- (10) 仿真分析。讲解有限元分析、流体分析、公差分析和数控加工分析。

参与本书编著工作的有赵果、王平、张梦霞、刘良宝、陶春生、龚堰珏、郑玉彬、李家田、郭新愿、秦志峰、刘斌、吴雪、林建龙、刘玉德、薛宝华、杨晓晋、刘晔辉、卢社海、马昊学，由赵果、王平担任主编。

本书适合 SolidWorks 的初、中级用户，可以作为理工科高等院校相关专业的学生用书和 CAD 专业课程实训教材、技术培训教材，也可供工业企业的产品开发和技術部门人员自学。

由于作者水平所限，本书错误之处在所难免，欢迎广大读者批评指正，来信请发往：zhaoffu@163.com。

赵 果

2010 年 2 月 1 日

目 录

第 1 章 基础知识	1
1.1 概述	2
1.1.1 背景	2
1.1.2 主要设计特点	2
1.2 用户界面	4
1.2.1 菜单栏	4
1.2.2 工具栏	7
1.2.3 状态栏	7
1.2.4 管理器窗口	8
1.2.5 任务窗口	8
1.3 基本操作	9
1.3.1 文件的基本操作	9
1.3.2 选择的基本操作	10
1.3.3 视图的基本操作	11
1.4 参考坐标系	12
1.4.1 原点	12
1.4.2 参考坐标系的属性设置	13
1.4.3 修改和显示参考坐标系	13
1.5 参考基准轴	13
1.5.1 临时轴	14
1.5.2 参考基准轴的属性设置	14
1.5.3 显示参考基准轴	15
1.6 参考基准面	15
1.7 参考点	17
1.8 范例	17
1.8.1 生成参考坐标系	17
1.8.2 生成参考基准轴	18
1.8.3 生成参考基准面	19
本章小结	20
第 2 章 草图绘制	21
2.1 绘制草图基础知识	22
2.1.1 图形区域	22
2.1.2 草图选项	22
2.1.3 草图绘制工具	24

2.1.4	绘制草图的流程	24
2.2	草图图形元素	25
2.2.1	直线	25
2.2.2	圆	26
2.2.3	圆弧	27
2.2.4	椭圆和椭圆弧	29
2.2.5	矩形和平行四边形	30
2.2.6	抛物线	31
2.2.7	多边形	31
2.2.8	点	32
2.2.9	样条曲线	33
2.2.10	槽口	34
2.2.11	文字	35
2.3	草图编辑	36
2.3.1	剪切、复制、粘贴草图	36
2.3.2	移动、旋转、缩放、复制草图	36
2.3.3	剪裁草图	38
2.3.4	延伸草图	38
2.3.5	分割、合并草图	39
2.3.6	派生草图	39
2.3.7	转换实体引用	39
2.3.8	等距实体	40
2.4	3D 草图	41
2.4.1	简介	41
2.4.2	3D 直线	41
2.4.3	3D 圆角	42
2.4.4	3D 样条曲线	42
2.4.5	3D 草图点	43
2.4.6	面部曲线	43
2.5	几何关系	44
2.5.1	几何关系概述	44
2.5.2	添加几何关系	44
2.5.3	显示/删除几何关系	45
2.6	尺寸标注	45
2.6.1	智能尺寸	45
2.6.2	自动标注草图尺寸	47
2.6.3	修改尺寸	47
2.7	范例	48
2.7.1	进入草图绘制状态	48



2.7.2 绘制草图	48
2.7.3 标注尺寸	49
本章小结	50
第3章 基本特征建模	51
3.1 拉伸凸台/基体特征	52
3.1.1 拉伸凸台/基体特征的知识点	52
3.1.2 拉伸凸台/基体特征的案例操作	53
3.2 拉伸切除特征	59
3.2.1 拉伸切除特征的知识点	59
3.2.2 拉伸切除特征的案例操作	59
3.3 旋转凸台/基体特征	67
3.3.1 旋转凸台/基体特征的知识点	67
3.3.2 旋转凸台/基体特征的案例操作	68
3.4 扫描特征	71
3.4.1 扫描特征的知识点	71
3.4.2 扫描特征的案例操作	73
3.5 放样特征	79
3.5.1 放样特征的知识点	79
3.5.2 放样特征的案例操作	82
3.6 筋特征	87
3.6.1 筋特征的知识点	87
3.6.2 筋特征的案例操作	88
3.7 孔特征	90
3.7.1 孔特征的知识点	90
3.7.2 孔特征的案例操作	94
3.8 圆角特征	99
3.8.1 圆角特征的知识点	99
3.8.2 圆角特征的案例操作	104
3.9 倒角特征	107
3.9.1 倒角特征的知识点	107
3.9.2 倒角特征的案例操作	108
3.10 抽壳特征	111
3.10.1 抽壳特征的知识点	111
3.10.2 抽壳特征的案例操作	111
3.11 范例	112
3.11.1 生成拉伸特征	113
3.11.2 生成拉伸切除特征	114
3.11.3 生成旋转特征	115



3.11.4	生成扫描特征	115
3.11.5	生成放样特征	116
3.11.6	生成孔特征	117
3.11.7	生成筋特征	118
3.11.8	生成圆角特征	118
3.11.9	生成倒角特征	119
3.11.10	生成抽壳特征	119
本章小结		120
第4章 高级特征建模		121
4.1	草图阵列	122
4.1.1	草图线性阵列	122
4.1.2	草图圆周阵列	123
4.2	特征阵列	125
4.2.1	特征线性阵列	126
4.2.2	特征圆周阵列	128
4.2.3	表格驱动的阵列	129
4.2.4	草图驱动的阵列	131
4.2.5	曲线驱动的阵列	133
4.2.6	填充阵列	134
4.3	零部件阵列	139
4.3.1	零部件的线性阵列	139
4.3.2	零部件的圆周阵列	140
4.3.3	零部件的特征驱动	142
4.4	镜像	143
4.4.1	镜像草图	143
4.4.2	镜像特征	144
4.4.3	镜像零部件	146
4.5	弯曲特征	148
4.5.1	弯曲特征的功能	148
4.5.2	生成弯曲特征的案例操作	150
4.6	压凹特征	154
4.6.1	压凹特征的功能	154
4.6.2	生成压凹特征的案例操作	154
4.7	变形特征	156
4.7.1	变形特征的功能	156
4.7.2	生成变形特征的案例操作	159
4.8	圆顶特征	162
4.8.1	圆顶特征的功能	162



4.8.2 生成圆顶特征的案例操作	163
4.9 包覆特征	164
4.9.1 包覆特征的功能	164
4.9.2 生成包覆特征的案例操作	164
4.10 自由形特征	165
4.10.1 自由形特征的功能	165
4.10.2 生成自由形特征的案例操作	166
4.11 分割特征	168
4.11.1 分割特征的功能	168
4.11.2 生成分割特征的案例操作	168
4.12 拔模特征	170
4.12.1 拔模特征的功能	170
4.12.2 生成拔模特征的案例操作	173
本章小结	176
第 5 章 装配体设计	177
5.1 生成装配体	178
5.1.1 插入零部件的属性设置	178
5.1.2 生成装配体的方法	178
5.2 干涉检查	179
5.2.1 干涉检查的属性设置	179
5.2.2 干涉检查的案例操作	180
5.3 爆炸视图	182
5.3.1 爆炸视图的属性设置	182
5.3.2 生成爆炸视图的案例操作	183
5.4 轴测剖视图	184
5.4.1 轴测剖视图的属性设置	184
5.4.2 生成轴测剖视图的方法	185
5.5 装配体中零部件的压缩状态	185
5.5.1 压缩状态的种类	185
5.5.2 压缩零件的方法	186
5.6 装配体统计	186
5.6.1 装配体统计的信息	186
5.6.2 生成装配体统计的案例操作	187
5.7 范例	187
本章小结	194
第 6 章 工程图设计	195
6.1 线型和图层	196

6.1.1	线型设置	196
6.1.2	图层	196
6.1.3	图层的案例操作	197
6.2	图纸格式	198
6.2.1	图纸格式的属性设置	198
6.2.2	使用图纸格式的案例操作	199
6.3	工程图文件	200
6.3.1	设置多张工程图纸	201
6.3.2	激活图纸	201
6.3.3	删除图纸	201
6.4	标准三视图	202
6.5	投影视图	202
6.5.1	投影视图的属性设置	203
6.5.2	生成投影视图的案例操作	203
6.6	辅助视图	204
6.7	剪裁视图	205
6.8	局部视图	207
6.8.1	局部视图的属性设置	207
6.8.2	生成局部视图的案例操作	207
6.9	剖面视图	208
6.9.1	剖面视图的属性设置	208
6.9.2	生成剖面视图的案例操作	209
6.10	旋转剖视图	210
6.11	断裂视图	211
6.11.1	断裂视图的属性设置	211
6.11.2	生成断裂视图的案例操作	212
6.12	尺寸标注	213
6.12.1	绘制草图尺寸	213
6.12.2	添加尺寸标注的案例操作	214
6.13	注释	215
6.13.1	注释的属性设置	215
6.13.2	添加注释的案例操作	218
6.14	范例	219
	本章小结	222

第7章 曲线和曲面设计

7.1	曲线	224
7.1.1	投影曲线	224
7.1.2	组合曲线	226



7.1.3	螺旋线和涡状线	227
7.1.4	通过 XYZ 点的曲线	230
7.1.5	通过参考点的曲线	231
7.1.6	分割线	232
7.2	曲面	236
7.2.1	拉伸曲面	237
7.2.2	旋转曲面	239
7.2.3	扫描曲面	240
7.2.4	放样曲面	242
7.2.5	等距曲面	244
7.2.6	延展曲面	245
7.3	编辑曲面	247
7.3.1	圆角曲面	247
7.3.2	填充曲面	248
7.3.3	中面	250
7.3.4	延伸曲面	251
7.3.5	剪裁曲面	253
7.3.6	替换面	254
7.3.7	删除面	255
	本章小结	257
第 8 章	钣金及焊件设计	259
8.1	钣金设计特征	260
8.1.1	基体法兰	260
8.1.2	边线法兰	262
8.1.3	斜接法兰	264
8.1.4	褶边	266
8.1.5	绘制的折弯	268
8.1.6	闭合角	269
8.1.7	转折	271
8.1.8	断裂边角	273
8.1.9	将现有零件转换为钣金零件	274
8.2	钣金编辑特征	275
8.2.1	切口	275
8.2.2	展开	276
8.2.3	折叠	278
8.2.4	放样折弯	279
8.3	成形工具	280
8.4	结构构件	282

8.5 剪裁/延伸	283
8.6 圆角焊缝	285
8.7 自定义焊件轮廓	287
8.8 子焊件	287
8.9 切割清单	288
8.9.1 生成切割清单的操作步骤	288
8.9.2 自定义属性	289
本章小结	290
第9章 模具及线路设计	291
9.1 模具设计	292
9.1.1 模具设计简介	292
9.1.2 模具设计的一般步骤	295
9.2 模具设计范例	296
9.2.1 导入模具模型	296
9.2.2 拔模分析	296
9.2.3 底切分析	296
9.2.4 设置比例缩放	297
9.2.5 创建分型线	297
9.2.6 关闭曲面	298
9.2.7 创建分型面	298
9.2.8 切削分割	299
9.2.9 创建模具零件	300
9.3 线路设计	302
9.3.1 线路设计基础	302
9.3.2 线路设计基本步骤	304
9.4 线路设计范例	305
9.4.1 创建第一条线路	305
9.4.2 创建第二条线路	306
9.4.3 创建第三条线路	307
本章小结	309
第10章 配置和系列零件设计表	311
10.1 配置	312
10.1.1 手动生成配置的方法	312
10.1.2 激活配置的方法	312
10.1.3 编辑配置	313
10.1.4 派生配置的方法	313
10.1.5 删除配置的方法	314



10.2	系列零件设计表	315
10.2.1	插入系列零件设计表的方法	315
10.2.2	插入外部 Microsoft Excel 文件为系列零件设计表的方法	316
10.2.3	编辑系列零件设计表的方法	316
10.2.4	保存系列零件设计表的方法	317
10.3	系列零件设计表参数	317
10.4	范例	320
10.4.1	显示特征尺寸	320
10.4.2	重新命名特征和尺寸	321
10.4.3	生成系列零件设计表	321
10.4.4	显示零件的配置	323
10.4.5	编辑系列零件设计表	323
	本章小结	324
第 11 章	渲染输出	325
11.1	布景	326
11.2	光源	330
11.3	外观	332
11.4	贴图	335
11.5	渲染、输出图像	336
11.6	实例操作	337
11.6.1	创建布景	337
11.6.2	设置光源	340
11.6.3	设置外观	341
11.6.4	渲染	342
	本章小结	342
第 12 章	动画制作	343
12.1	简介	344
12.1.1	时间线	344
12.1.2	键码点和键码属性	345
12.2	旋转动画	345
12.3	装配体爆炸动画	347
12.4	视像属性动画	348
12.5	距离或者角度配合动画	350
12.6	物理模拟动画	351
12.6.1	引力	351
12.6.2	线性马达和旋转马达	352
12.6.3	线性弹簧	355

12.7 范例	357
12.7.1 制作旋转动画	357
12.7.2 制作爆炸动画	359
12.7.3 制作物理模拟动画	361
本章小结	362
第 13 章 仿真分析	363
13.1 SimulationXpress	364
13.1.1 约束	364
13.1.2 载荷	365
13.1.3 材质	366
13.1.4 分析	366
13.1.5 结果	367
13.2 FloXpress	374
13.2.1 检查几何体	374
13.2.2 选择流体	374
13.2.3 设定边界条件	375
13.2.4 求解模型	375
13.2.5 查看结果	376
13.3 TolAnalyst	380
13.3.1 测量	381
13.3.2 装配体顺序	381
13.3.3 装配体约束	382
13.3.4 分析结果	382
13.4 数控加工	387
13.4.1 规则说明	387
13.4.2 配置规则	388
13.4.3 核准零件	389
本章小结	391
第 14 章 综合范例	393
14.1 装配支撑腿	394
14.2 装配人工搬运车	400
14.3 干涉检查	423
14.4 计算装配体质量特性	425
14.5 装配体信息和相关文件	426
14.6 图片渲染	427

第 1 章 基础知识

本章主要介绍了中文版 SolidWorks 2010 的特点及其界面、菜单栏的功能、简单的文件操作等，并讲解了获取帮助信息的方法，使读者对中文版 SolidWorks 2010 有一个大体的了解。

本章内容安排如下：

- 概述
- 用户界面
- 基本操作
- 参考坐标系
- 参考基准轴
- 参考基准面
- 参考点
- 范例
- 本章小结

1.1 概述

下面针对 SolidWorks 的背景及其主要设计特点进行简单介绍。

1.1.1 背景

20 世纪 90 年代初,国际微型计算机(简称微机)市场发生了根本性的变化,微机性能大幅提高,而价格一路下滑,微机卓越的性能足以运行三维 CAD 软件。为了开发世界空白的基于微机平台的三维 CAD 系统,1993 年 PTC 公司的技术副总裁与 CV 公司的副总裁成立 SolidWorks 公司,并于 1995 年成功推出了 SolidWorks 软件。在 SolidWorks 软件的促动下,1998 年开始,国内、外也陆续推出了相关软件;原来运行在 UNIX 操作系统的工作站 CAD 软件,也从 1999 年开始,将其程序移植到 Windows 操作系统中。

SolidWorks 采用的是智能化的参变量式设计理念以及 Microsoft Windows 图形化用户界面,具有表现卓越的几何造型和分析功能,操作灵活,运行速度快,设计过程简单、便捷,被业界称为“三维机械设计方案的领先者”,受到广大用户的青睐,在机械制图和结构设计领域已经成为三维 CAD 设计的主流软件。利用 SolidWorks,设计师和工程师们可以更有效地为产品建模以及模拟整个工程系统,加速产品的设计和生产周期,从而完成更加富有创意的产品制造。

1.1.2 主要设计特点

SolidWorks 是一款参变量式 CAD 设计软件。所谓参变量式设计,是将零件尺寸的设计用参数描述,并在设计修改的过程中通过修改参数的数值改变零件的外形。SolidWorks 中的参数不仅代表了设计对象的相关外观尺寸,并且具有实质上的物理意义。例如,可以将系统参数(如体积、表面积、重心、三维坐标等)或者用户自己按照设计流程需求所定义的用户定义参数(如密度、厚度等具有设计意义的物理量或者字符)加入到设计构思中以表达设计思想。这不仅从根本上改变了设计的理念,而且将设计的便捷性向前推进了一大步。

SolidWorks 在 3D 设计中的特点有:

- **SWIFT 智能特征技术:** 自动处理耗时的细节工作和技术,能诊断和解决与特征的顺序、配合、草图关系和尺寸应用相关的问题。
- **直观的用户界面:** 提供可以定制的全套可视功能,以及通过鼠标实现的控制功能。
- **轻松转换 DWG 文件:** SolidWorks 为 AutoCAD 用户提供了数据转换工具和帮助文档,可以将 DWG 文件顺利地转换为 3D 模型。
- **零件建模:** 通过 Instant3D,能以最快、最方便的方式创建和修改 3D 零件几何体。只需通过单击和拖动操作,即可准确地创建特征乃至剖视图,以及调整它们的尺寸。
- **RealView®图形显示模式:** 以高清晰度直观显示设计和进行交流。无需进行渲染,即可对零件、装配体和成品快速进行完全动态的逼真展示。
- **高级曲面和复杂形状建模:** 使用自由形特征,可以方便而直观地创建新几何体或导入和操作新曲面。



- 钣金设计工具：可以使用折叠、折弯、法兰、切口、标签、斜接、放样的折弯、绘制的折弯、褶边等工具从头创建钣金零件。
- 焊件设计：绘制框架的布局草图，并选择焊件轮廓，SolidWorks 将自动生成 3D 焊件设计。
- 模具设计工具：使用 SolidWorks 时，可以导入 IGES、STEP、Parasolid®、ACIS®和其他格式的零件几何体来开始进行模具设计。利用一整套工具和检查功能来创建、验证和执行模具设计，可以减少制造错误，加速型心和型腔、装配体特征以及唇缘和凹槽特征的设计。
- 装配体建模：当创建装配体时，可以通过选取各个曲面、边线、曲线和顶点来配合零部件；创建零部件间的机械关系；进行干涉、碰撞和孔对齐检查；以及在滑轮和链轮运动间建立关联。还可以自动装配扣件与附属硬件；自动装配常用零部件、相应硬件以及所需的特征；以及使用 MateXpert 解决零部件过约束之类的冲突。
- 仿真装配体运动：只需单击和拖动零部件，即可检查装配体运动情况是否正常，以及是否存在碰撞。
- 大型装配体管理工具：使用“轻化”模式可减少打开和处理大型装配体所需的时间。通过 SpeedPak 技术，可以创建装配体的简化版本，从而加快装配体操作和工程图创建的速度。
- 创建 2D 工程图：使用熟悉的 DWGeditor 界面绘制 2D 工程图，并在其中编辑和维护现有的 DWG 数据文件。
- 数据转换：方便地导入和使用现有数据以及来自外部源的数据。SolidWorks 提供了支持 DWG、DXF™、Pro/ENGINEER®、IPT（Autodesk Inventor®）、Mechanical Desktop®、Unigraphics®、PAR（Solid Edge®）、CADKEY®、IGES、STEP、Parasolid、SAT（ACIS）、VDA-FS、VRML、STL、TIFF、JPG、Adobe® Illustrator®、Rhinoceros®、IDF 和 HSF（Hoops）格式的转换程序。
- 设计重复使用：可在 SolidWorks Toolbox、3D ContentCentral 的自定义设计库中快速搜索已经生成的零部件，然后，只需将这些零件拖放到新设计中即可。
- 材料明细表。可以基于设计自动生成完整的材料明细表（BOM），从而节约大量的时间。BOM 具有关联性，更改设计时，BOM 将自动更新；反之亦然。
- 零件验证。SolidWorks Simulation 工具能帮助新用户和专家确保其设计具有耐用性、安全性和可制造性。此外，可以使用 SolidWorks FloXpress™ 对设计进行优化，以体现水流和气流效应。
- eDrawings 文件：提供准确且每个人都能够理解的 2D 和 3D 模型（甚至动画）。
- 特征识别：FeatureWorks®能帮助更为高效地共享和使用 2D 和 3D 模型。
- 标准零件库：通过 SolidWorks Toolbox、SolidWorks Design ClipArt 和 3D ContentCentral，可以即时访问标准零件库。
- 照片级渲染：使用 PhotoWorks™ 和 PhotoView 360 来利用 SolidWorks 3D 模型进行演示或虚拟及材质研究。
- 利用扫描数据：可使用 ScanTo3D 将手工制作的模型的数字扫描数据导入 SolidWorks 中。
- 步路系统：可使用 SolidWorks Routing 自动处理和加速管筒、管道、电力电缆、缆