



清华社“视频大讲堂”大系

CAD/CAM/CAE技术视频大讲堂

SOLIDWORKS 2024 中文版机械设计 从入门到精通

CAD/CAM/CAE 技术联盟 编著

清华大学出版社
北京

前言

Preface



SOLIDWORKS 是世界上第一个基于 Windows 开发的三维实体设计软件,该软件以参数化特征造型为基础,具有功能强大、易学易用和技术新等特点,使得 SOLIDWORKS 成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。因为使用了 Windows OLE 技术、直观式设计技术、先进的 parasolid 内核以及良好的与第三方软件的集成技术, SOLIDWORKS 成为全球装机量最大、最好用的软件之一。SOLIDWORKS 能够提供不同的设计方案,减少设计过程中的错误并提高产品质量,使用户能在比较短的时间内完成更多的工作,能够更快地将高质量的产品投放市场。SOLIDWORKS 功能强大、应用广泛,涉及平面工程制图、三维造型、求逆运算、加工制造、工业标准交互传输、模拟加工过程、电缆布线和电子线路等多个应用领域。自从 1996 年 SOLIDWORKS 引入中国以来,受到了业界的广泛好评,许多高等院校也将 SOLIDWORKS 用作本科生制造专业教学和课程设计的首选软件。本书将以目前使用最广泛的 SOLIDWORKS 2024 版本为基础进行讲解。

一、编写目的

鉴于 SOLIDWORKS 强大的功能和深厚的工程应用底蕴,我们力图开发一本全方位介绍 SOLIDWORKS 在机械设计方面应用实际情况的书籍。我们不求将 SOLIDWORKS 知识点全面讲解清楚,而是针对机械设计行业需要,利用 SOLIDWORKS 大体知识脉络作为线索,以实例作为“抓手”,帮助读者掌握利用 SOLIDWORKS 进行机械设计的基本技能和技巧。

二、本书特点

☑ 专业性强

本书作者拥有多年计算机辅助设计领域的工作经验和教学经验,他们总结了多年的设计经验以及教学的心得体会,历时多年精心编著,力求全面、细致地展现 SOLIDWORKS 2024 在机械设计方面的各种功能和使用方法。在具体讲解的过程中,严格遵守机械设计相关规范和国家标准,将这种一丝不苟的细致作风融入字里行间,目的是培养读者严谨细致的工程素养,传播规范的工程设计理念与应用知识。

☑ 实例经典

全书包含近百个常见的、不同类型和大小的机械设计实例、实践,可让读者在学习案例的过程中快速了解 SOLIDWORKS 2024 在机械设计中的用途,并加深对知识点的掌握,力求通过实例的演练帮助读者找到一条学习 SOLIDWORKS 2024 的捷径。

☑ 涵盖面广

本书在有限的篇幅内,包罗了 SOLIDWORKS 2024 在机械设计中常用的几乎全部的功能讲解,涵盖了 SOLIDWORKS 2024 概述、草图绘制、参考几何体、草绘特征、放置特征、特征复制、零件修改、装配体设计、动画制作、工程图设计、曲面造型基础、有限元分析和运动仿真等知识。可以说,读者只要有本书在手,就能对 SOLIDWORKS 知识全精通。



☑ 突出技能提升

本书中有很多实例本身就是工程设计项目案例,经过作者精心提炼和改编,不仅保证了读者能够学好知识点,更重要的是能帮助读者掌握实际的操作技能。全书结合实例详细讲解 SOLIDWORKS 在机械设计中的知识要点,让读者在学习案例的过程中潜移默化地掌握 SOLIDWORKS 软件的操作技巧,同时培养工程设计实践能力。



Note

三、本书的配套资源

本书提供了极为丰富的学习配套资源,读者可扫描封底的“文泉云盘”二维码获取下载方式,以便在最短的时间内学会并掌握这门技术。

1. 配套教学视频

针对本书实例专门制作了 301 集同步教学视频,读者可以扫描书中的二维码观看视频,像看电影一样轻松愉悦地学习本书内容,然后对照课本加以实践和练习,以大大提高学习效率。

2. 附赠 5 类综合案例及同步视频演示

本书配套资源赠送了钣金、焊接、齿轮、曲面、特征 5 大类,共 12 个机械设计综合实战案例及其配套的源文件和同步视频演示,总时长达 150 分钟,可以拓宽读者视野,增强读者的实战能力。

3. 全书实例的源文件

本书配套资源中包含实例和练习实例的源文件和素材,读者可以在安装 SOLIDWORKS 软件后,打开并使用它们。

4. 线上扩展学习

本书附赠 3 章线上扩展学习内容,包括 3D 草图和 3D 曲线、钣金设计基础、焊接基础知识,学有余力的读者可以扫描封底的“文泉云盘”二维码获取学习资源。



配套视频



素材下载



技术支持

四、关于本书的服务

1. “SOLIDWORKS 2024 简体中文版”安装软件的获取

按照本书上的实例进行操作练习,以及使用 SOLIDWORKS 2024 进行绘图之前,需要事先在计算机上安装软件。读者可以登录 SOLIDWORKS 官方网站联系购买正版软件,或者使用其试用版。

2. 关于本书的技术问题或有关本书信息的发布

读者若遇到有关本书的技术问题,可以扫描封底“文泉云盘”二维码查看是否已发布相关勘误/答疑文档。如果没有,可在文档下方找到联系方式,与我们联系,我们将尽快回复。

3. 关于手机在线学习

扫描书后刮刮卡(需刮开涂层)二维码,即可获取本书所有配套资源及它们的读取权限,点击即可在手机中观看对应教学视频,充分利用碎片化时间,随时随地学习。需要强调的是,书中给出的是实例的重点步骤,详细操作过程还需读者通过视频来学习并领会。

五、关于作者

本书由 CAD/CAM/CAE 技术联盟组织编写。CAD/CAM/CAE 技术联盟负责人由 Autodesk 中国认证考试中心首席专家担任,全面负责 Autodesk 中国官方认证考试大纲制定、题库建设、技术咨询等工作。其创作的很多教材成为国内具有引导性的旗帜作品,在国内相关专业方向图书创作领域具有举足轻重的地位。

目 录



Contents

第 1 章 SOLIDWORKS 2024 概述	1	2.2.5 绘制矩形	32
(📺 视频讲解: 14 分钟)		2.2.6 绘制多边形	34
1.1 SOLIDWORKS 2024 简介	2	2.2.7 绘制椭圆与部分椭圆	35
1.1.1 启动 SOLIDWORKS 2024	2	2.2.8 绘制抛物线	36
1.1.2 新建文件	2	2.2.9 绘制样条曲线	37
1.1.3 SOLIDWORKS 用户界面	3	2.2.10 绘制草图文字	38
1.2 SOLIDWORKS 工作环境设置	8	2.3 草图编辑工具	40
1.2.1 设置工具栏/选项卡	8	2.3.1 绘制圆角	40
1.2.2 设置工具栏/选项卡命令按钮	10	2.3.2 绘制倒角	40
1.2.3 设置快捷键	11	2.3.3 等距实体	41
1.2.4 设置背景	12	2.3.4 转换实体引用	42
1.2.5 设置单位	14	2.3.5 草图剪裁	43
1.3 文件管理	15	2.3.6 草图延伸	44
1.3.1 打开文件	15	2.3.7 分割实体	44
1.3.2 保存文件	15	2.3.8 镜向实体	45
1.3.3 退出 SOLIDWORKS 2024	17	2.3.9 线性草图阵列	46
1.4 视图操作	17	2.3.10 圆周草图阵列	47
1.5 实践与操作	21	2.3.11 移动实体	48
1.5.1 熟悉操作界面	21	2.3.12 复制实体	48
1.5.2 设置系统选项	21	2.3.13 旋转实体	48
第 2 章 草图绘制	22	2.3.14 缩放实体	49
(📺 视频讲解: 55 分钟)		2.3.15 伸展实体	49
2.1 草图绘制的基本知识	23	2.4 尺寸标注	50
2.1.1 进入草图绘制	23	2.4.1 度量单位	50
2.1.2 退出草图绘制	23	2.4.2 线性尺寸的标注	50
2.1.3 草图绘制工具	24	2.4.3 直径和半径尺寸的标注	52
2.1.4 绘图光标和锁点光标	26	2.4.4 角度尺寸的标注	52
2.2 草图绘制工具	27	2.5 添加几何关系	53
2.2.1 绘制点	27	2.5.1 水平约束	54
2.2.2 绘制直线与中心线	28	2.5.2 竖直约束	55
2.2.3 绘制圆	29	2.5.3 共线约束	56
2.2.4 绘制圆弧	30	2.5.4 垂直约束	57
		2.5.5 平行约束	58



Note

2.5.6	相等约束	59	4.1.1	拉伸凸台/基体	84
2.5.7	固定约束	60	4.1.2	拉伸薄壁特征	85
2.5.8	相切约束	61	4.1.3 实例——三通管 1	86	
2.6	自动添加几何关系	62	4.2	旋转凸台/基体特征	88
2.7	编辑约束	63	4.2.1	旋转凸台/基体	88
2.8	截面草图	64	4.2.2	旋转薄壁凸台/基体	90
2.8.1	实例——气缸体截面草图	64	4.2.3 实例——油标尺	92	
2.8.2	实例——连接片截面草图	66	4.3	扫描特征	92
2.9	实践与操作	67	4.3.1	凸台/基体扫描	93
2.9.1	绘制角铁草图	67	4.3.2	引导线扫描	94
2.9.2	绘制底座草图	68	4.4	放样凸台/基体特征	95
第 3 章	参考几何体	69	4.4.1	凸台/基体放样	96
	(视频讲解: 6 分钟)		4.4.2	引导线放样	97
3.1	基准面	70	4.4.3	中心线放样	99
3.1.1	通过直线/点方式	70	4.4.4	分割线放样	100
3.1.2	点和平面方式	71	4.4.5 实例——绘制液压缸	101	
3.1.3	夹角方式	71	4.5	切除特征	105
3.1.4	等距距离方式	72	4.5.1	拉伸切除特征	105
3.1.5	垂直于曲线方式	73	4.5.2 实例——三通管 2	106	
3.1.6	曲面切平面方式	74	4.5.3	旋转切除	107
3.2	基准轴	75	4.5.4	切除扫描	108
3.2.1	一直线/边线/轴方式	75	4.5.5 实例——螺母	109	
3.2.2	两平面方式	76	4.6 综合实例——基座 1	111	
3.2.3	两点/顶点方式	76	4.7	实践与操作	113
3.2.4	圆柱/圆锥面方式	77	4.7.1	绘制大臂	113
3.2.5	点和面/基准面方式	77	4.7.2	绘制液压杆	115
3.3	坐标系	78	4.7.3	绘制小臂	115
3.4	参考点	79	第 5 章	放置特征	117
3.4.1	圆弧中心参考点	79		(视频讲解: 104 分钟)	
3.4.2	面中心参考点	80	5.1	孔特征	118
3.4.3	交叉点	80	5.1.1	简单直孔	118
3.4.4	投影点	81	5.1.2	异型孔向导	119
3.4.5	创建多个参考点	81	5.1.3 实例——基座 2	120	
3.5	实践与操作	82	5.2	圆角特征	122
3.5.1	创建基准面	82	5.2.1	固定大小圆角特征	122
3.5.2	创建坐标系	82	5.2.2	多半径圆角特征	124
第 4 章	草绘特征	83	5.2.3	圆形角圆角特征	124
	(视频讲解: 80 分钟)		5.2.4	逆转圆角特征	125
4.1	拉伸凸台/基体特征	84	5.2.5	变量大小圆角特征	126



5.2.6 实例——三通管 3.....	128	6.1.7 实例——接口	166
5.3 倒角特征	129	6.2 镜向特征	170
5.3.1 创建倒角特征	129	6.2.1 镜向特征及其创建方法	171
5.3.2 实例——法兰盘	131	6.2.2 镜向实体	171
5.4 圆顶特征	132	6.2.3 实例——管接头	172
5.4.1 创建圆顶特征	132	6.3 特征的复制与删除	180
5.4.2 实例——螺丝刀	133	6.4 综合实例——壳体	182
5.5 抽壳特征	135	6.4.1 创建底座部分	182
5.5.1 等厚度抽壳特征	135	6.4.2 创建主体部分	184
5.5.2 多厚度抽壳特征	136	6.4.3 创建顶部安装孔	185
5.5.3 实例——移动轮支架	137	6.4.4 创建壳体内部孔	186
5.6 拔模特征	141	6.4.5 创建其他工作用孔	187
5.6.1 中性面拔模特征	141	6.4.6 创建筋、倒角及圆角特征	192
5.6.2 分型线拔模特征	142	6.5 实践与操作	194
5.6.3 阶梯拔模特征	143	6.5.1 绘制叶轮	194
5.6.4 实例——圆锥销	144	6.5.2 绘制主连接零件	195
5.7 筋特征	145	第 7 章 修改零件	197
5.7.1 创建筋特征	145	( 视频讲解: 17 分钟)	
5.7.2 实例——导流盖	146	7.1 参数化设计	198
5.8 包覆	148	7.1.1 特征尺寸	198
5.9 综合实例——托架的创建	149	7.1.2 方程式驱动尺寸	198
5.9.1 固定部分基体的创建	149	7.1.3 系列零件设计表	200
5.9.2 工作部分基体的创建	149	7.2 库特征	203
5.9.3 连接部分基体的创建	151	7.2.1 库特征的创建与编辑	203
5.9.4 切除固定部分基体	152	7.2.2 将库特征添加到零件中	203
5.9.5 光孔、沉头孔和圆角的 创建	153	7.3 查询	204
5.10 实践与操作	155	7.3.1 测量	204
5.10.1 绘制异型孔零件	155	7.3.2 质量属性	205
5.10.2 绘制阀门壳体	156	7.3.3 截面属性	206
第 6 章 特征的复制	158	7.4 零件的特征管理	207
( 视频讲解: 121 分钟)		7.4.1 退回与插入特征	208
6.1 阵列特征	159	7.4.2 压缩与解除压缩特征	209
6.1.1 线性阵列	159	7.4.3 Instant3D	211
6.1.2 圆周阵列	161	7.5 模型显示	212
6.1.3 草图驱动阵列	162	7.5.1 设置零件的颜色	212
6.1.4 曲线驱动阵列	163	7.5.2 设置零件的透明度	214
6.1.5 表格驱动阵列	164	7.5.3 贴图	215
6.1.6 填充阵列	165	7.5.4 布景	216
		7.6 实践与操作	217





Note

7.6.1 查询属性.....	217	第 9 章 动画制作.....	242
7.6.2 更改颜色.....	217	( 视频讲解: 38 分钟)	
第 8 章 装配体设计.....	218	9.1 运动算例.....	243
( 视频讲解: 40 分钟)		9.1.1 新建运动算例.....	243
8.1 装配体基本操作.....	219	9.1.2 运动算例 MotionManager 简介.....	243
8.1.1 创建装配体文件.....	219	9.2 添加动画.....	245
8.1.2 插入装配零件.....	221	9.2.1 动画向导.....	245
8.1.3 删除装配零件.....	221	9.2.2 旋转.....	245
8.2 定位零部件.....	221	9.2.3 实例——齿轮旋转.....	246
8.2.1 固定零部件.....	222	9.2.4 爆炸/解除爆炸.....	247
8.2.2 移动零部件.....	222	9.2.5 保存动画.....	249
8.2.3 旋转零部件.....	223	9.2.6 实例——传动装配体分解结合 动画.....	250
8.3 设计方法.....	224	9.3 动画进阶.....	252
8.3.1 自下而上设计方法.....	224	9.3.1 基于关键帧动画.....	252
8.3.2 自上而下设计方法.....	224	9.3.2 实例——创建传动装配体的 动画.....	253
8.4 配合关系.....	225	9.3.3 基于马达的动画.....	254
8.4.1 添加配合关系.....	225	9.3.4 实例——传动装配体动画.....	256
8.4.2 删除配合关系.....	225	9.3.5 基于相机橇的动画.....	258
8.4.3 修改配合关系.....	226	9.3.6 实例——传动装配体基于相机 的动画.....	259
8.5 零件的复制、阵列与镜向.....	226	9.4 基本运动.....	263
8.5.1 零件的复制.....	226	9.4.1 弹簧.....	264
8.5.2 零件的阵列.....	227	9.4.2 引力.....	264
8.5.3 零件的镜向.....	228	9.5 更改视象属性.....	265
8.6 装配体检查.....	229	9.6 综合实例——差动机构运动 模拟.....	265
8.6.1 碰撞测试.....	229	9.7 实践与操作.....	269
8.6.2 动态间隙.....	230	9.7.1 创建动画.....	269
8.6.3 体积干涉检查.....	231	9.7.2 创建线性马达的制动器装配体 动画.....	270
8.6.4 装配体统计.....	232	第 10 章 工程图设计.....	271
8.7 爆炸视图.....	232	( 视频讲解: 51 分钟)	
8.7.1 生成爆炸视图.....	233	10.1 工程图的绘制方法.....	272
8.7.2 编辑爆炸视图.....	234	10.2 定义图纸格式.....	274
8.8 装配体的简化.....	234	10.3 标准三视图的绘制.....	276
8.8.1 零部件显示状态的切换.....	234		
8.8.2 零部件压缩状态的切换.....	235		
8.9 综合实例——机械臂装配.....	236		
8.10 实践与操作.....	239		
8.10.1 绘制液压杆装配体.....	239		
8.10.2 绘制制动器装配体.....	240		



10.3.1 用标准方法生成标准 三视图.....	276	11.1.3 组合曲线.....	316
10.3.2 利用拖动的方法生成标准 三视图.....	277	11.1.4 螺旋线和涡状线.....	316
10.4 模型视图的绘制.....	277	11.1.5 分割线.....	317
10.5 绘制视图.....	278	11.2 曲面的生成方式.....	319
10.5.1 剖面视图.....	278	11.2.1 拉伸曲面.....	320
10.5.2 对齐剖视图.....	279	11.2.2 旋转曲面.....	320
10.5.3 投影视图.....	281	11.2.3 扫描曲面.....	321
10.5.4 辅助视图.....	281	11.2.4 放样曲面.....	322
10.5.5 局部视图.....	282	11.2.5 等距曲面.....	323
10.5.6 断裂视图.....	284	11.2.6 延展曲面.....	323
10.5.7 实例——底座模型视图.....	284	11.2.7 边界曲面.....	324
10.6 编辑工程视图.....	288	11.2.8 自由形特征.....	325
10.6.1 移动视图.....	288	11.2.9 实例——轮毂.....	326
10.6.2 旋转视图.....	288	11.3 曲面编辑.....	333
10.7 视图显示控制.....	289	11.3.1 填充曲面.....	333
10.7.1 显示和隐藏.....	289	11.3.2 缝合曲面.....	335
10.7.2 更改零部件的线型.....	289	11.3.3 延伸曲面.....	335
10.7.3 图层.....	290	11.3.4 剪裁曲面.....	336
10.8 标注尺寸.....	291	11.3.5 移动/复制/旋转曲面.....	338
10.8.1 插入模型尺寸.....	291	11.3.6 删除曲面.....	339
10.8.2 注释.....	292	11.3.7 替换面.....	339
10.8.3 标注表面粗糙度.....	293	11.3.8 中面.....	341
10.8.4 标注形位公差.....	293	11.3.9 曲面切除.....	342
10.8.5 标注基准特征符号.....	294	11.4 综合实例——风叶建模.....	342
10.8.6 实例——底座视图尺寸 标注.....	295	11.5 实践与操作.....	353
10.9 打印工程图.....	301	11.5.1 绘制叶轮.....	353
10.10 综合实例——机械臂装配体 工程图.....	302	11.5.2 绘制铣刀.....	354
10.11 实践与操作.....	308	第 12 章 有限元分析.....	356
10.11.1 绘制液压杆工程图.....	308	( 视频讲解: 45 分钟)	
10.11.2 绘制透盖工程图.....	309	12.1 有限元法.....	357
第 11 章 曲面造型基础.....	311	12.2 有限元分析法 (FEA) 的基本 概念.....	357
( 视频讲解: 112 分钟)		12.3 SOLIDWORKS Simulation 2024 功能和特点.....	358
11.1 曲线的生成.....	312	12.4 SOLIDWORKS Simulation 2024 的启动.....	359
11.1.1 投影曲线.....	312	12.5 SOLIDWORKS Simulation 2024 的使用.....	361
11.1.2 三维样条曲线的生成.....	314	12.5.1 算例专题.....	361



Note



Note

12.5.2	定义材料属性.....	362	13.1.2	数字化功能样机及机械系统 动力学分析	382
12.5.3	载荷和约束.....	363	13.2	SOLIDWORKS Motion 2024 启动	383
12.5.4	网格的划分和控制.....	364	13.3	Motion 分析运动算例	383
12.5.5	运行分析与观察结果.....	365	13.3.1	马达	383
12.5.6	实例——压力容器的应力分析 设计	367	13.3.2	阻尼	384
12.6	综合实例——板中圆孔的应力集中 问题	371	13.3.3	接触	384
12.7	实践与操作	377	13.3.4	力	385
12.7.1	分析受压失稳问题.....	377	13.3.5	引力	386
12.7.2	计算疲劳寿命问题.....	378	13.3.6	实例——冲压机构	386
第 13 章	运动仿真.....	380	13.4	综合实例——自卸车斗驱动	388
	( 视频讲解: 32 分钟)		13.5	实践与操作	393
13.1	虚拟样机技术及运动仿真	381	13.5.1	运动仿真一	393
13.1.1	虚拟样机技术.....	381	13.5.2	运动仿真二	395





扩展学习内容

第 1 章 3D 草图和 3D 曲线1	
1.1 3D 草图.....2	
1.1.1 绘制 3D 空间直线.....2	
1.1.2 建立坐标系.....3	
1.2 创建曲线.....3	
1.2.1 投影曲线.....4	
1.2.2 组合曲线.....5	
1.2.3 螺旋线和涡状线.....6	
1.2.4 分割线.....9	
1.2.5 通过参考点的曲线.....12	
1.2.6 通过 XYZ 点的曲线.....13	
1.3 综合实例——暖气管道15	
1.4 实践与操作.....18	
1.4.1 绘制弹簧.....18	
1.4.2 绘制平移台丝杠.....18	
第 2 章 钣金设计基础20	
2.1 概述.....21	
2.1.1 折弯系数.....21	
2.1.2 折弯扣除.....21	
2.1.3 K-因子.....21	
2.1.4 折弯系数表.....22	
2.2 “钣金”选项卡与“钣金”菜单.....23	
2.2.1 启用“钣金”选项卡.....23	
2.2.2 “钣金”菜单.....23	
2.3 转换钣金特征.....24	
2.3.1 使用基体-法兰特征.....24	
2.3.2 用零件转换为钣金的特征.....25	
2.4 钣金特征.....25	
2.4.1 法兰特征.....26	
2.4.2 边线法兰.....29	
2.4.3 斜接法兰.....30	
2.4.4 褶边特征.....32	
2.4.5 绘制的折弯特征.....33	
2.4.6 闭合角特征.....34	
2.4.7 转折特征.....35	
2.4.8 放样折弯特征.....36	
2.4.9 切口特征.....37	
2.4.10 展开钣金折弯.....38	
2.4.11 断裂边角/边角剪裁特征.....41	
2.4.12 通风口.....42	
2.4.13 实例——校准架44	
2.5 钣金成形.....47	
2.5.1 使用成形工具.....47	
2.5.2 修改成形工具.....48	
2.5.3 创建新成形工具.....50	
2.6 综合实例——硬盘支架52	
2.6.1 创建硬盘支架主体.....52	
2.6.2 创建硬盘支架卡口.....54	
2.6.3 创建成形工具 1.....57	
2.6.4 添加成形工具 1.....62	
2.6.5 创建成形工具 2.....63	
2.6.6 添加成形工具 2.....67	
2.6.7 创建排风扇以及细节处理.....70	
2.7 实践与操作.....74	
2.7.1 绘制板卡固定座.....74	
2.7.2 绘制六角盒.....75	
第 3 章 焊接基础知识76	
3.1 概述.....77	
3.2 “焊件”选项卡与“焊件”菜单.....77	
3.2.1 启用“焊件”选项卡.....77	
3.2.2 “焊件”菜单.....78	
3.3 焊件特征选项卡使用方法.....78	
3.3.1 结构构件特征.....79	
3.3.2 生成自定义结构构件轮廓.....80	
3.3.3 剪裁/延伸特征.....81	
3.3.4 顶端盖特征.....83	
3.3.5 角撑板特征.....84	
3.3.6 圆角焊缝特征.....85	



Note

3.3.7 实例——鞋架.....	85	3.4.8 生成焊件实体的视图.....	98
3.4 焊件切割清单.....	93	3.5 装配体中焊缝的创建.....	99
3.4.1 更新焊件切割清单.....	93	3.5.1 焊接类型.....	99
3.4.2 将特征排除在切割清单之外.....	93	3.5.2 焊缝的顶面高度和半径.....	100
3.4.3 自定义焊件切割清单属性.....	93	3.5.3 焊缝结合面.....	100
3.4.4 焊件工程图.....	94	3.5.4 创建焊缝.....	102
3.4.5 在焊件工程图中生成切割清单.....	96	3.6 综合实例——轴承支架.....	103
3.4.6 编辑切割清单.....	96	3.7 实践与操作.....	108
3.4.7 添加零件序号.....	98	3.7.1 绘制吧台椅.....	108
		3.7.2 绘制健身器材.....	110

第2章

草图绘制

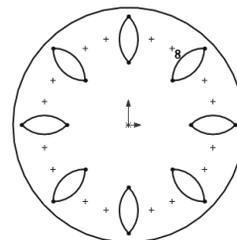
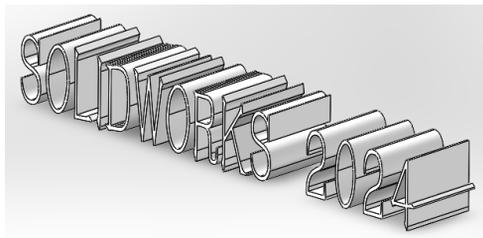
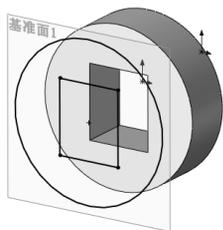
SOLIDWORKS 能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高产品质量，操作简单方便、易学易用。最基本的操作方式是绘制草图、特征建模，草图是建模的基础，没有草图，建模只是空谈。

本章简要介绍了 SOLIDWORKS 草图的一些基本操作，包括草图工具及一些辅助操作，使草图绘制更精准。

- 草图绘制工具
- 草图编辑工具
- 尺寸标注

- 添加几何关系
- 编辑约束

任务驱动&项目案例





2.1 草图绘制的基本知识

本节主要介绍如何绘制草图，要求熟悉“草图”选项卡，认识绘图光标和锁点光标，并学会退出草图绘制状态。

2.1.1 进入草图绘制

绘制二维草图，必须进入草图绘制状态。草图必须在平面上绘制，这个平面可以是基准面，也可以是三维模型上的平面。由于开始进入草图绘制状态时没有三维模型，因此必须指定基准面。

绘制草图之前必须认识草图绘制的工具，如图 2-1 所示为“草图”选项卡。绘制草图可以先选择绘制的平面，也可以先选择草图绘制实体。下面通过案例分别介绍两种方式的操作步骤。



图 2-1 “草图”选项卡

1. 选择草图绘制实体

以选择草图绘制实体的方式进入草图绘制状态的操作步骤如下。

(1) 选择菜单栏中的“插入”→“草图绘制”命令，或者单击“草图”选项卡中的“草图绘制”按钮，或者直接单击“草图”选项卡中要绘制的草图实体，此时图形区显示的系统默认基准面如图 2-2 所示。

(2) 单击选择图形区 3 个基准面中的一个，确定要在哪个平面上绘制草图实体。

(3) 单击“视图(前导)”工具栏“视图定向”下拉列表中的“正视于”按钮，旋转基准面，方便绘图。

2. 选择草图绘制基准面

以选择草图绘制基准面的方式进入草图绘制状态的操作步骤如下。

(1) 在特征管理区中选择要绘制的基准面，即前视基准面、右视基准面和上视基准面中的一个面。

(2) 单击“视图(前导)”工具栏“视图定向”下拉列表中的“正视于”按钮，旋转基准面。

(3) 单击“草图”选项卡中的“草图绘制”按钮，或者单击要绘制的草图实体，进入草图绘制状态。

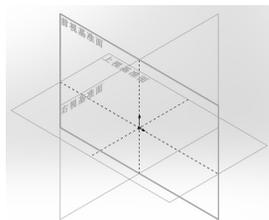


图 2-2 系统默认基准面

2.1.2 退出草图绘制

草图绘制完毕后，可立即建立特征，也可以退出草图绘制再建立特征。有些特征的建立需要多个草图，如扫描实体等，因此需要了解退出草图绘制的方法。退出草图绘制的方法主要有如下几种。

使用菜单方式：选择菜单栏中的“插入”→“退出草图”命令，退出草图绘制状态。

利用工具栏图标按钮方式：单击“快速访问”工具栏中的“重建模型”按钮，或者单击“草



Note

图”选项卡中的“退出草图”按钮, 退出草图绘制状态。

- ☑ 利用快捷菜单方式: 在图形区右击, 弹出如图 2-3 所示的快捷菜单, 单击“退出草图”按钮, 退出草图绘制状态。
- ☑ 利用图形区确认提示图标: 在绘制草图的过程中, 图形区右上角会显示如图 2-4 所示的确认提示图标, 单击上面的图标, 退出草图绘制状态。

单击确认提示下面的图标, 弹出系统提示框, 提示用户是否丢弃对草图的修改, 如图 2-5 所示, 然后根据需要单击其中的按钮, 退出草图绘制状态。



图 2-3 快捷菜单



图 2-4 确认提示图标

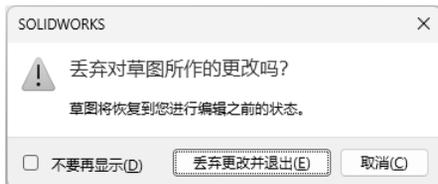


图 2-5 系统提示框

2.1.3 草图绘制工具

“草图”工具栏如图 2-1 所示, 有些草图绘制按钮没有在该工具栏中显示, 用户可以利用 1.2.2 节的方法设置相应的命令按钮。“草图”工具栏主要包括四大类, 分别是草图绘制、实体绘制、标注几何关系和草图编辑工具。其中各命令按钮的名称与功能分别如表 2-1~表 2-4 所示。

表 2-1 草图绘制命令按钮

按钮图标	名称	功能说明
	选择	用来选择草图实体、模型和特征的边线和面等, 框选可以选择多个草图实体
	网格线/捕捉	对激活的草图或工程图选择显示草图网格线, 并可设定网格线显示和捕捉功能选项
	草图绘制/退出草图	进入或者退出草图绘制状态
	3D 草图	在三维空间任意位置添加一个新的三维草图, 或编辑一个现有的三维草图
	基准面上的 3D 草图	在三维草图中添加基准面后, 可添加或修改该基准面的信息
	快速草图	可以选择平面或基准面, 并在任意草图工具激活时开始绘制草图。在移动至各平面的同时, 将生成面并打开草图。可以中途更改草图工具
	移动时不求解	在不解出尺寸或几何关系的情况下, 从草图中移动草图实体
	移动实体	选择一个或多个草图实体和注解并将其移动, 该操作不生成几何关系
	复制实体	选择一个或多个草图实体和注解并将其复制, 该操作不生成几何关系
	缩放实体	选择一个或多个草图实体和注解并将其按比例缩放, 该操作不生成几何关系
	旋转实体	选择一个或多个草图实体和注解并将其旋转, 该操作不生成几何关系
	伸展实体	在 PropertyManager 中要伸展的实体下, 为草图项目或注解选择草图实体



表 2-2 实体绘制工具命令按钮

按钮图标	名称	功能说明
	直线	以起点、终点的方式绘制一条直线
	边角矩形	以对角线的起点和终点的方式绘制一个矩形，其一边为水平或竖直
	中心矩形	在中心点绘制矩形草图
	三点边角矩形	以所选的角度绘制矩形草图
	三点中心矩形	以所选的角度绘制带有中心点的矩形草图
	平行四边形	生成边不为水平或竖直的平行四边形及矩形
	直槽口	用两个端点绘制直槽口
	中心点直槽口	生成中心点直槽口
	三点圆弧槽口	利用三点绘制圆弧槽口
	中心点圆弧槽口	通过移动指针指定槽口长度、宽度以绘制圆弧槽口
	多边形	生成边数在 3~40 的等边多边形
	圆形	以先指定圆心，然后拖动光标确定半径的方式绘制一个圆
	周边圆	以圆周直径的两点方式绘制一个圆
	圆心/起/终点画弧	以顺序指定圆心、起点以及终点的方式绘制一个圆弧
	切线弧	绘制一条与草图实体相切的弧线，可以根据草图实体自动确认是法向相切还是径向相切
	三点圆弧	以顺序指定起点、终点及中点的方式绘制一个圆弧
	椭圆	以先指定圆心，然后指定长、短轴的方式绘制一个完整的椭圆
	部分椭圆	以先指定中心点，然后指定起点及终点的方式绘制一部分椭圆
	抛物线	以先指定焦点，再拖动光标确定焦距，然后指定起点和终点的方式绘制一条抛物线
	样条曲线	以不同路径上的两点或者多点绘制一条样条曲线，可以在端点处指定相切
	曲面上样条曲线	在曲面上绘制一个样条曲线，可以沿曲面添加和拖动点生成
	方程式驱动曲线	通过定义曲线的方程式来生成曲线
	点	绘制一个点，可以在草图和工程图中绘制
	中心线	绘制一条中心线，可以在草图和工程图中绘制
	文本	在特征表面上添加文字草图，然后拉伸或者切除生成文字实体

表 2-3 标注几何关系命令按钮

按钮图标	名称	功能说明
	添加几何关系	给选定的草图实体添加几何关系，即限制条件
	显示/删除几何关系	显示或者删除草图实体的几何限制条件
	自动几何关系	打开/关闭自动添加几何关系

表 2-4 草图编辑工具命令按钮

按钮图标	名称	功能说明
	构造几何线	将草图或者工程图中的草图实体转换为构造几何线，构造几何线的线型与中心线相同
	绘制圆角	在两个草图实体的交叉处倒圆角，从而生成一个切线弧
	绘制倒角	此工具在二维和三维草图中均可使用。在两个草图实体交叉处按照一定角度和距离剪裁，并用直线相连，形成倒角



Note



续表

按钮图标	名称	功能说明
	等距实体	按给定的距离等距一个或多个草图实体，可以是线、弧、环等草图实体
	转换实体引用	将其他特征轮廓投影到草图平面上，形成一个或者多个草图实体
	交叉曲线	在基准面和曲面或模型面、两个曲面、曲面和模型面、基准面和整个零件的曲面的交叉处生成草图曲线
	面部曲线	从面或者曲面提取 ISO 参数，形成三维曲线
	剪裁实体	根据剪裁类型，剪裁或者延伸草图实体
	延伸实体	将草图实体延伸以与另一个草图实体相遇
	分割实体	将一个草图实体分割以生成两个草图实体
	镜向实体	相对一条中心线生成对称的草图实体
	动态镜向实体	适用于 2D 草图或在 3D 草图基准面上所生成的 2D 草图
	线性草图阵列	沿一个轴或者同时沿两个轴生成线性草图排列
	圆周草图阵列	生成草图实体的圆周排列
	制作路径	使用制作路径工具可以生成机械设计布局草图
	修改草图	使用该工具来移动、旋转或按比例缩放整个草图
	草图图片	可以将图片插入草图基准面。将图片生成 2D 草图的基础。将光栅数据转换为向量数据



Note

2.1.4 绘图光标和锁点光标

在绘制草图实体或者编辑草图实体时，光标会根据所选择的命令变为相应的图标，以方便用户了解绘制或者编辑该类型的草图。

绘图光标的类型与功能如表 2-5 所示。

表 2-5 绘图光标的类型与功能

光标类型	功能说明	光标类型	功能说明
	绘制一点		绘制直线或者中心线
	绘制三点圆弧		绘制抛物线
	绘制圆		绘制椭圆
	绘制样条曲线		绘制矩形
	标注尺寸		绘制多边形
	绘制四边形		延伸草图实体
	圆周阵列复制草图		线性阵列复制草图

为了提高绘制图形的效率，SOLIDWORKS 软件提供了自动判断绘图位置的功能。在执行绘图命令时，光标会在图形区自动寻找端点、中心点、圆心、交点、中点以及其上任意点，这样提高了光标定位的准确性和快速性。

光标在相应的位置会变成相应的图形，成为锁点光标。锁点光标可以在草图实体上形成，也可以在特征实体上形成。需要注意的是，在特征实体上的锁点光标只能在绘图平面的实体边缘产生，在其他平面的边缘不能产生。

锁点光标的类型在此不再赘述，用户可以在实际使用中慢慢体会，利用好锁点光标可以提高绘图的效率。



2.2 草图绘制工具

本节主要介绍“草图”选项卡中草图绘制工具的使用方法。由于 SOLIDWORKS 中大部分特征都需要先建立草图轮廓，因此本节的学习非常重要。



Note

2.2.1 绘制点

执行点命令后，在图形区中的任何位置都可以绘制点，绘制的点不影响三维建模的外形，只起参考作用。

执行异型孔向导命令后，点命令用于决定产生孔的数量。

点命令可以生成草图中两条不平行线段的交点以及特征实体中两个不平行边缘的交点，产生的交点作为辅助图形，用于标注尺寸或者添加几何关系，并不影响实体模型的建立。下面分别介绍不同类型点的操作步骤。

1. 绘制一般点

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“点”命令，或者单击“草图”选项卡中的“点”按钮，光标变为绘图光标。

(2) 在图形区单击，确认绘制点的位置，此时点命令继续处于激活状态，可以继续绘制点。

如图 2-6 所示为使用绘制点命令绘制的多个点。

2. 生成草图中两条不平行线段的交点

以图 2-7 所示为例，生成图中直线 1 和直线 2 的交点，其中图 2-7 (a) 为生成交点前的图形，图 2-7 (b) 为生成交点后的图形。

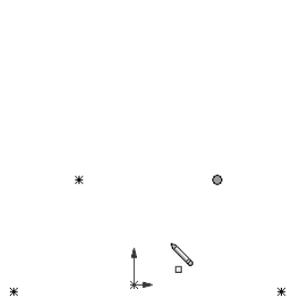


图 2-6 绘制多个点

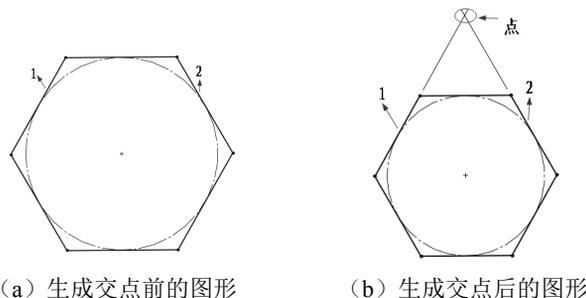


图 2-7 生成草图交点

(1) 打开随书电子资料中的源文件“生成草图中两条不平行线段的交点”，在草图绘制状态下按住 Ctrl 键，单击图 2-7 (a) 所示的直线 1 和直线 2。

(2) 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“点”命令，或者单击“草图”选项卡中的“点”按钮，此时生成交点后的图形如图 2-7 (b) 所示。

3. 生成特征实体中两个不平行边缘的交点

以图 2-8 所示为例，生成面 A 中直线 1 和直线 2 的交点，其中图 2-8 (a) 为生成交点前的图形，图 2-8 (b) 为生成交点后的图形。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“生成特征实体中两个不平行边缘的交点”，选择如图 2-8 (a)



Note

所示的面 A 作为绘图面，然后进入草图绘制状态。

(2) 按住 Ctrl 键，选择如图 2-8 (a) 所示的边线 1 和边线 2。

(3) 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“点”命令，或者单击“草图”选项卡中的“点”按钮，此时生成交点后的图形如图 2-8 (b) 所示。

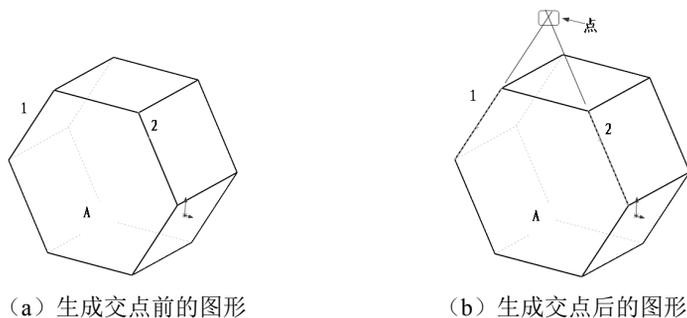


图 2-8 生成特征边线交点

2.2.2 绘制直线与中心线

直线与中心线的绘制方法相同，执行不同的命令，按照类似的操作步骤在图形区绘制相应的图形即可。

直线分为 3 种类型，即水平直线、竖直直线和任意角度直线。在绘制过程中，不同类型的直线其显示方式不同，下面将分别介绍。

- ☑ 水平直线：在绘制直线过程中，笔形光标附近会出现水平直线图标符号，如图 2-9 所示。
- ☑ 竖直直线：在绘制直线过程中，笔形光标附近会出现竖直直线图标符号，如图 2-10 所示。
- ☑ 任意角度直线：在绘制直线过程中，笔形光标附近会出现任意直线图标符号，如图 2-11 所示。

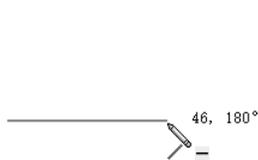


图 2-9 绘制水平直线

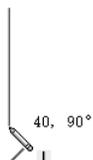


图 2-10 绘制竖直直线



图 2-11 绘制任意角度直线

在绘制直线的过程中，光标上方显示的参数为直线的长度，可供参考。一般在绘制中，首先绘制一条直线，然后标注尺寸，直线也随着所标注的尺寸而改变长度和角度。

绘制直线的方式有两种：拖动式和单击式。拖动式就是在绘制直线的起点按住鼠标左键开始拖动鼠标，直到直线终点放开。单击式就是在绘制直线的起点处单击一下，然后在直线终点处单击一下。

下面以绘制如图 2-12 所示的中心线和直线为例，介绍中心线和直线的绘制步骤。

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“中心线”命令，或者单击“草图”选项卡中的“中心线”按钮，开始绘制中心线。

(2) 在图形区单击确定中心线的起点 1，然后移动光标到图中合适的位置，由于图 2-12 中的中心线为竖直直线，所以当光标附近出现符号时，单击确定中心线的终点 2。

(3) 按 Esc 键，或者在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择“选择”命令，退出中心线的绘制。

(4) 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“直线”命令，或者单击“草图”选项卡中的“直线”按钮，开始绘制直线。

(5) 在图形区单击确定直线的起点 3，然后移动光标到图中合适的位置，由于直线 34 为水平直



线，因此当光标附近出现符号时，单击确定直线 34 的终点 4。

(6) 重复以上绘制直线的步骤绘制其他直线段，在绘制过程中要注意光标的形状，以确定是水平、竖直或者任意直线段。

(7) 按 Esc 键，或者在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择“选择”命令，退出直线的绘制，绘制的中心线和直线如图 2-12 所示。

在执行绘制直线命令时，系统弹出的“插入线条”属性管理器如图 2-13 所示，在“方向”选项组中有 4 个单选按钮，默认选中“按绘制原样”单选按钮。选中不同的单选按钮，绘制直线的类型不一样。选中“按绘制原样”单选按钮以外的任意一项，均会要求输入直线的参数。如选中“角度”单选按钮，弹出的“插入线条”属性管理器如图 2-14 所示，要求输入直线的参数。设置好参数以后，单击直线的起点即可绘制所需要的直线。

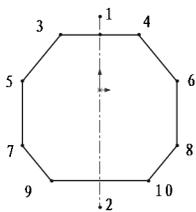


图 2-12 绘制中心线和直线

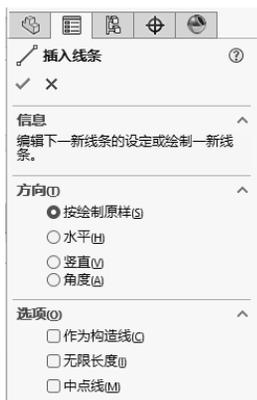


图 2-13 “插入线条”属性管理器 1

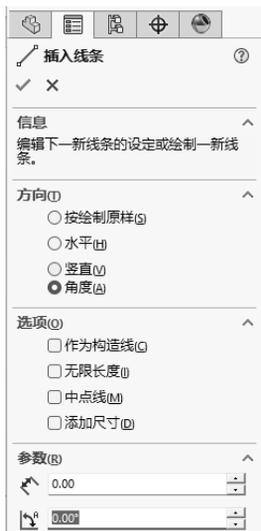


图 2-14 “插入线条”属性管理器 2

在“插入线条”属性管理器的“选项”选项组中有 4 个复选框，选中不同的复选框，可以分别绘制构造线、无限长直线、中点线和带尺寸的直线。

在“插入线条”属性管理器的“参数”选项组中有两个文本框，分别是“长度”文本框和“角度”文本框。通过设置这两个参数可以绘制一条直线。

2.2.3 绘制圆

当执行绘制圆命令时，系统弹出的“圆”属性管理器如图 2-15 所示。从属性管理器中可以知道，可以通过两种方式来绘制圆：一种是绘制基于中心的圆；另一种是绘制基于周边的圆。下面将分别介绍绘制圆的不同方法。

1. 绘制基于中心的圆

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“圆”命令，或者单击“草图”选项卡中的“圆”按钮，开始绘制圆。

(2) 在图形区选择一点单击，确定圆的圆心，如图 2-16 (a) 所示。



图 2-15 “圆”属性管理器



Note



Note

- (3) 移动鼠标指针拖出一个圆，然后单击鼠标左键，确定圆的半径，如图 2-16 (b) 所示。
 - (4) 单击“圆”属性管理器中的“确定”按钮, 完成圆的绘制，如图 2-16 (c) 所示。
- 图 2-16 即为基于中心的圆的绘制过程。

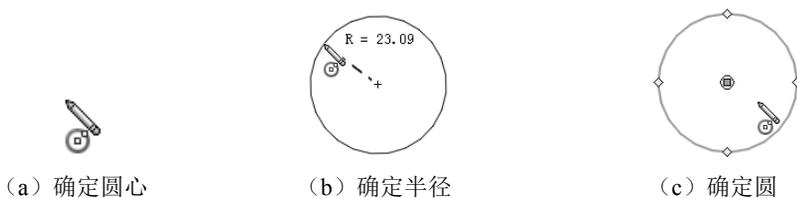


图 2-16 基于中心的圆的绘制过程

2. 绘制基于周边的圆

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“周边圆”命令，或者单击“草图”选项卡中的“周边圆”按钮, 开始绘制圆。
 - (2) 在图形区单击，确定圆周边上的一点，如图 2-17 (a) 所示。
 - (3) 移动光标拖出一个圆，然后单击，确定周边上的另一点，如图 2-17 (b) 所示。
 - (4) 完成拖动时，光标变为如图 2-17 (b) 所示形状，右击确定圆，如图 2-17 (c) 所示。
 - (5) 单击“圆”属性管理器中的“确定”按钮, 完成圆的绘制。
- 图 2-17 即为基于周边的圆的绘制过程。

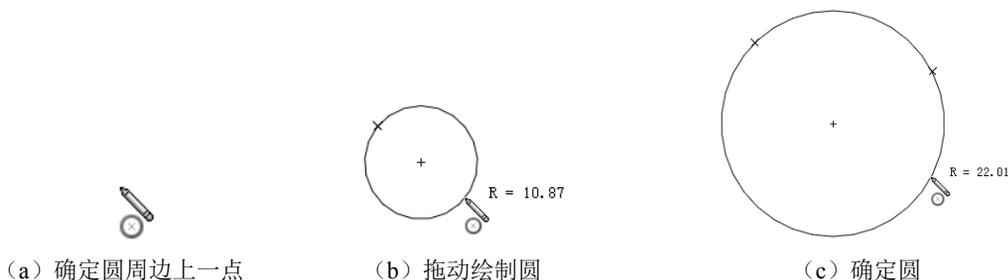


图 2-17 基于周边的圆的绘制过程

圆绘制完成后，可以通过拖动修改圆草图。通过鼠标左键拖动圆的周边可以改变圆的半径，拖动圆的圆心可以改变圆的位置。同时，也可以通过如图 2-15 所示的“圆”属性管理器修改圆的属性，通过属性管理器中“参数”选项组修改圆心坐标和圆的半径。

2.2.4 绘制圆弧

绘制圆弧的方法主要有 4 种，即圆心/起/终点画弧、切线弧、三点圆弧与“直线”命令绘制圆弧。下面分别介绍这 4 种绘制圆弧的方法。

1. 圆心/起/终点画弧

圆心/起/终点画弧方法是先指定圆弧的圆心，然后顺序拖动光标指定圆弧的起点和终点，确定圆弧的大小和方向。具体绘制步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“圆心/起/终点画弧”命令，或者单击“草图”选项卡中的“圆心/起/终点画弧”按钮, 开始绘制圆弧。
- (2) 在图形区单击，确定圆弧的圆心，如图 2-18 (a) 所示。
- (3) 在图形区合适的位置单击，确定圆弧的起点，如图 2-18 (b) 所示。



- (4) 拖动光标确定圆弧的角度和终点，并单击确认，如图 2-18 (c) 所示。
 (5) 单击“圆弧”属性管理器中的“确定”按钮, 完成圆弧的绘制。
 图 2-18 即为用“圆心/起/终点画弧”方法绘制圆弧的过程。

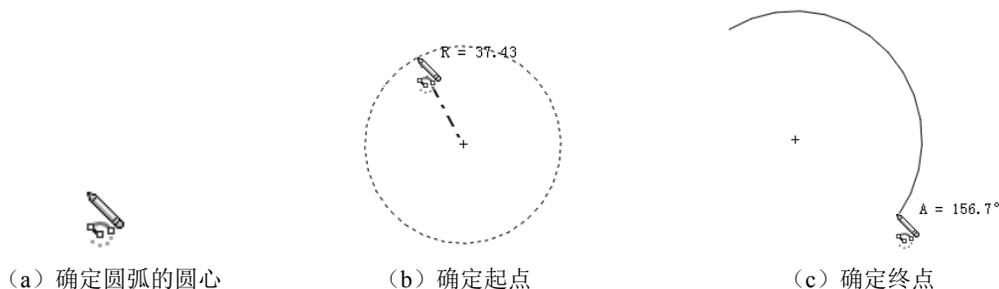


图 2-18 用“圆心/起/终点画弧”方法绘制圆弧的过程

圆弧绘制完成后，可以在“圆弧”属性管理器中修改其属性。

2. 切线弧

切线弧是指生成一条与草图实体相切的弧线。草图实体可以是直线、圆弧、椭圆和样条曲线等。具体绘制步骤如下。

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“切线弧”命令，或者单击“草图”选项卡中的“切线弧”按钮, 开始绘制切线弧。

(2) 在已经存在草图实体的端点处单击，此时系统弹出“圆弧”属性管理器，如图 2-19 所示，光标变为形状。

(3) 拖动光标确定绘制圆弧的形状，并单击确认。

(4) 单击“圆弧”属性管理器中的“确定”按钮, 完成切线弧的绘制。如图 2-20 所示为绘制的直线切线弧。

在绘制切线弧时，系统可以从指针移动方向推理是需要画切线弧还是画法线弧。存在 4 个目的区，具有如图 2-21 所示的 8 种切线弧。沿相切方向移动指针将生成切线弧，沿垂直方向移动指针将生成法线弧。可以通过返回到端点，然后向新的方向移动以在切线弧和法线弧之间进行切换。



图 2-19 “圆弧”属性管理器

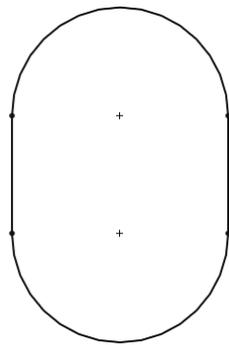


图 2-20 直线的切线弧

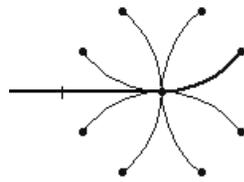


图 2-21 绘制的 8 种切线弧

 **提示：**绘制切线弧时，光标拖动的方向会影响绘制圆弧的样式，因此在绘制切线弧时，光标最好沿着产生圆弧的方向拖动。



Note



3. 三点圆弧

三点圆弧是通过起点、终点与中点的方式绘制圆弧。具体绘制步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“三点圆弧”命令，或者单击“草图”选项卡中的“三点圆弧”按钮，开始绘制圆弧，此时光标变为形状。
- (2) 在图形区单击，确定圆弧的起点，如图 2-22 (a) 所示。
- (3) 拖动光标确定圆弧结束的位置，并单击确认，如图 2-22 (b) 所示。
- (4) 拖动光标确定圆弧的半径和方向，并单击确认，如图 2-22 (c) 所示。



Note

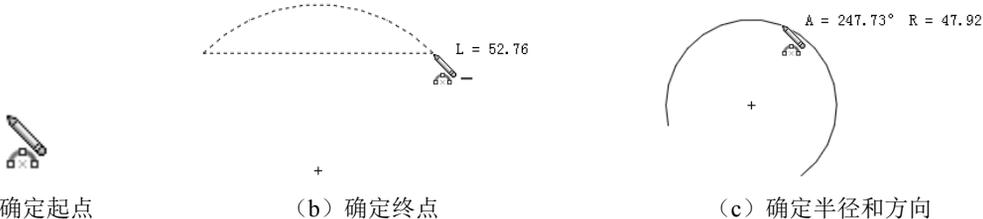


图 2-22 绘制三点圆弧的过程

- (5) 单击“圆弧”属性管理器中的“确定”按钮，完成三点圆弧的绘制。

图 2-22 即为绘制三点圆弧的过程。

选择绘制的三点圆弧，可以在“圆弧”属性管理器中修改其属性。

4. “直线”命令绘制圆弧

“直线”命令除了可以绘制直线，还可以绘制连接在直线端点处的切线弧，使用该命令，必须首先绘制一条直线，然后才能绘制圆弧。具体绘制步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“直线”命令，或者单击“草图”选项卡中的“直线”按钮，首先绘制一条直线。
- (2) 在不结束绘制直线命令的情况下，将光标稍微向旁边拖动，如图 2-23 (a) 所示。
- (3) 将光标拖回至直线的终点，开始绘制圆弧，如图 2-23 (b) 所示。
- (4) 拖动光标到图中合适的位置，并单击确定圆弧的大小，如图 2-23 (c) 所示。

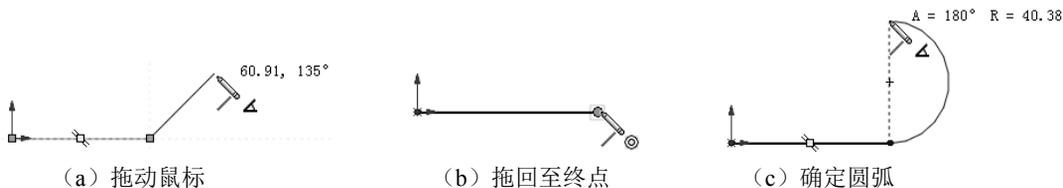


图 2-23 使用“直线”命令绘制圆弧的过程

图 2-23 即为使用“直线”命令绘制圆弧的过程。

要将直线转换为绘制圆弧的状态，必须先将光标拖回至所绘制直线的终点，然后拖出才能绘制圆弧。也可以在此状态下右击，此时系统弹出的快捷菜单如图 2-24 所示，选择“转到圆弧”命令即可绘制圆弧。同样在绘制圆弧的状态下，右击并选择快捷菜单中的“转到直线”命令，也可以绘制直线。

2.2.5 绘制矩形

绘制矩形的方法主要有边角矩形、中心矩形、三点边角矩形、三点中心矩形以及平行四边形。下面分别介绍绘制矩形的不同方法。

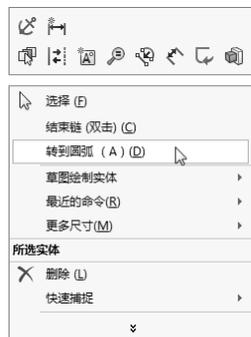


图 2-24 快捷菜单



Note

1. “边角矩形”命令绘制矩形

“边角矩形”命令绘制矩形的方法是标准的矩形草图绘制方法，即指定矩形的左上与右下的端点确定矩形的长度和宽度。

下面以绘制如图 2-25 所示的矩形为例，说明采用“边角矩形”命令绘制矩形的操作步骤。

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“边角矩形”命令，或者单击“草图”选项卡中的“边角矩形”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 在图形区单击，确定矩形的一个角点 1。

(3) 移动光标，单击确定矩形的另一个角点 2，矩形绘制完毕。

在绘制矩形时，既可以移动光标确定矩形的角点 2，也可以在确定角点 1 时不释放鼠标，直接拖动光标确定角点 2。

矩形绘制完毕后，按住鼠标左键拖动矩形的一个角点，可以动态地改变矩形的尺寸。“矩形”属性管理器如图 2-26 所示。

2. “中心矩形”命令绘制矩形

“中心矩形”命令绘制矩形的方法是通过指定矩形的中心与右上的端点，确定矩形的中心和 4 条边线。

下面以绘制如图 2-27 所示的矩形为例，说明采用“中心矩形”命令绘制矩形的操作步骤。

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“中心矩形”命令，或者单击“草图”选项卡中的“中心矩形”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 在图形区单击，确定矩形的中心点 1。

(3) 移动光标，单击确定矩形的一个角点 2，矩形绘制完毕。

3. “三点边角矩形”命令绘制矩形

“三点边角矩形”命令是通过指定 3 个点来确定矩形，前面两个点定义角度和一条边，第三个点确定另一条边。

下面以绘制如图 2-28 所示的矩形为例，说明采用“三点边角矩形”命令绘制矩形的操作步骤。



图 2-26 “矩形”属性管理器

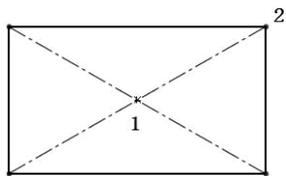


图 2-27 中心矩形

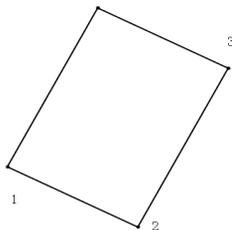


图 2-28 三点边角矩形



Note

(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“三点边角矩形”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“三点边角矩形”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 在图形区单击, 确定矩形的边角点 1。

(3) 移动光标, 单击确定矩形的另一个边角点 2。

(4) 继续移动光标, 单击确定矩形的第三个边角点 3, 矩形绘制完毕。

4. “三点中心矩形”命令绘制矩形

“三点中心矩形”命令是通过指定 3 个点来确定矩形。

下面以绘制如图 2-29 所示的矩形为例, 说明采用“三点中心矩形”命令绘制矩形的操作步骤。

(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“三点中心矩形”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“三点中心矩形”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 在图形区单击, 确定矩形的中心点 1。

(3) 移动光标, 单击确定矩形一条边线的一半长度的一个点 2。

(4) 移动光标, 单击确定矩形的一个角点 3, 矩形绘制完毕。

5. “平行四边形”命令绘制矩形

“平行四边形”命令既可以生成平行四边形, 也可以生成边线与草图网格线不平行或不垂直的矩形。

下面以绘制如图 2-30 所示的矩形为例, 说明采用“平行四边形”命令绘制矩形的操作步骤。

(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“平行四边形”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“平行四边形”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 在图形区单击, 确定矩形的第一个点 1。

(3) 移动光标, 在合适的位置单击, 确定矩形的第二个点 2。

(4) 移动光标, 在合适的位置单击, 确定矩形的第三个点 3, 矩形绘制完毕。

矩形绘制完毕后, 按住鼠标左键拖动矩形的一个角点, 可以动态地改变平行四边形的尺寸。

在绘制完矩形的点 1 与点 2 后, 按住 Ctrl 键, 移动光标可以改变平行四边形的形状, 然后在合适的位置单击, 可以完成任意形状的平行四边形的绘制。如图 2-31 所示为绘制的任意形状的平行四边形。

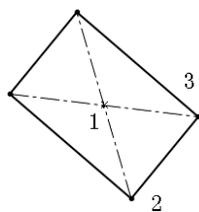


图 2-29 三点中心矩形

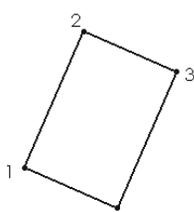


图 2-30 平行四边形之矩形

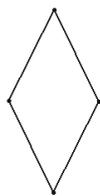


图 2-31 任意形状的平行四边形

2.2.6 绘制多边形

“多边形”命令用于绘制边数为 3~40 的等边多边形。具体绘制步骤如下。

(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“多边形”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“多边形”按钮, 此时光标变为形状, 弹出的“多边形”属性管理器如图 2-32 所示。



(2) 在“多边形”属性管理器中输入多边形的边数。也可以接受系统默认的边数，在绘制完多边形后再修改多边形的边数。

(3) 在图形区单击，确定多边形的中心。

(4) 移动光标，在合适的位置单击，确定多边形的形状。

(5) 在“多边形”属性管理器中选择是内切圆模式还是外接圆模式，然后修改多边形辅助圆直径以及角度。

(6) 如果还要绘制另一个多边形，单击属性管理器中的“新多边形”按钮，然后重复步骤(2)~步骤(5)即可。

绘制的多边形如图 2-33 所示。



图 2-32 “多边形”属性管理器

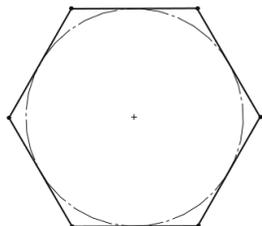


图 2-33 绘制的多边形

提示：多边形有内切圆和外接圆两种方式，两者的区别主要在于标注方法的不同。内切圆是表示圆中心到多边形各边的垂直距离，外接圆是表示圆中心到多边形端点的距离。

2.2.7 绘制椭圆与部分椭圆

椭圆是由中心点、长轴长度与短轴长度确定的，三者缺一不可。下面将分别介绍椭圆和部分椭圆的绘制方法。

1. 绘制椭圆

绘制椭圆的操作步骤如下。

(1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“椭圆”命令，或者单击“草图”选项卡中的“椭圆”按钮，此时光标变为形状。

(2) 在图形区合适的位置单击，确定椭圆的中心。

(3) 移动光标，在光标附近会显示椭圆的长半轴 R 和短半轴 r 。在图中合适的位置单击，确定椭圆的长半轴 R 。

(4) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定椭圆的短半轴 r ，此时弹出“椭圆”属性管理器，如图 2-34 所示。

(5) 在“椭圆”属性管理器中修改椭圆的中心坐标，以及长半轴和短半轴的大小。

(6) 单击“椭圆”属性管理器中的“确定”按钮，完成椭圆的绘制，如图 2-35 所示。

椭圆绘制完毕后，按住鼠标左键拖动椭圆的中心和 4 个特征点，可以改变椭圆的形状。通过“椭圆”属性管理器可以精确地修改椭圆的位置和长、短半轴。



Note



Note



图 2-34 “椭圆”属性管理器

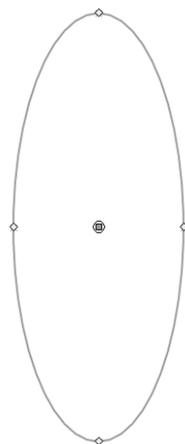


图 2-35 绘制的椭圆

2. 绘制部分椭圆

部分椭圆即椭圆弧，绘制椭圆弧的操作步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“部分椭圆”命令，或者单击“草图”选项卡中的“部分椭圆”按钮，此时光标变为形状。
- (2) 在图形区合适的位置单击，确定椭圆弧的中心。
- (3) 移动光标，在光标附近会显示椭圆的长半轴 R 和短半轴 r 。在图中合适的位置单击，确定椭圆弧的长半轴 R 。
- (4) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定椭圆弧的短半轴 r 。
- (5) 绕圆周移动光标，确定椭圆弧的范围，此时会弹出“椭圆”属性管理器，根据需要设定椭圆弧的参数。
- (6) 单击“椭圆”属性管理器中的“确定”按钮，完成椭圆弧的绘制。

如图 2-36 所示为绘制部分椭圆的过程。

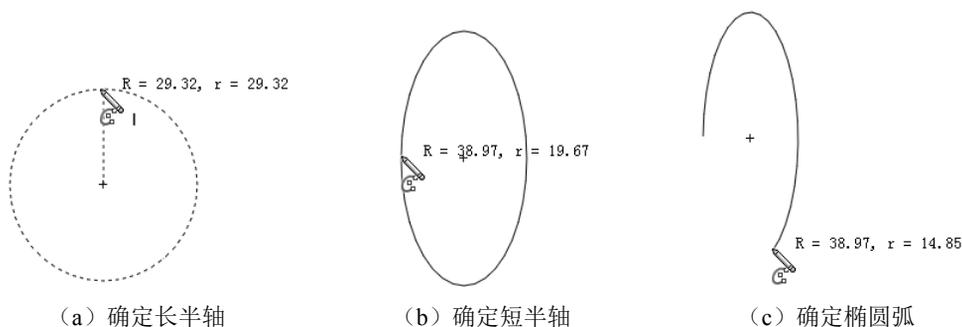


图 2-36 绘制部分椭圆的过程

2.2.8 绘制抛物线

抛物线的绘制方法是先确定抛物线的焦点，然后确定抛物线的焦距，最后确定抛物线的起点和终点。具体绘制步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“抛物线”命令，或者单击“草图”选项卡中的“抛物线”按钮，此时光标变为形状。



- (2) 在图形区中合适的位置单击，确定抛物线的焦点。
- (3) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定抛物线的焦距。
- (4) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定抛物线的起点。
- (5) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定抛物线的终点，此时会弹出“抛物线”属性管理器，根据需要设置属性管理器中抛物线的参数。
- (6) 单击“抛物线”属性管理器中的“确定”按钮, 完成抛物线的绘制。

如图 2-37 所示为绘制抛物线的过程。

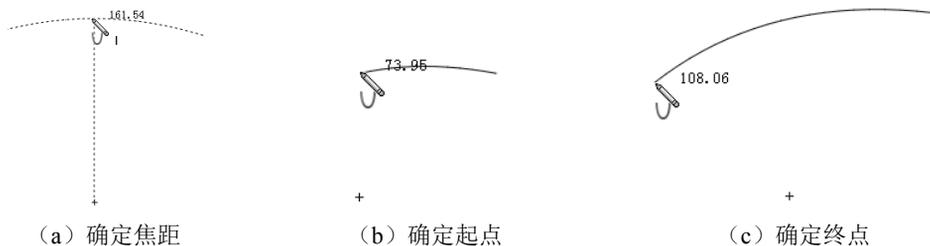


图 2-37 绘制抛物线的过程

按住鼠标左键拖动抛物线的特征点，可以改变抛物线的形状。拖动抛物线的顶点，使其偏离焦点，可以使抛物线更加平缓；反之，抛物线会更加尖锐。拖动抛物线的起点或者终点，可以改变抛物线一侧的长度。

如果要改变抛物线的属性，在草图绘制状态下，选择绘制的抛物线，此时会弹出“抛物线”属性管理器，按照需要修改其中的参数，即可修改相应的属性。

2.2.9 绘制样条曲线

系统提供了强大的样条曲线绘制功能，样条曲线至少需要两个点，并且可以在端点指定相切。具体绘制步骤如下。

- (1) 在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“样条曲线”命令，或者单击“草图”选项卡中的“样条曲线”按钮, 此时光标变为形状。
- (2) 在图形区单击，确定样条曲线的起点。
- (3) 移动光标，在图中合适的位置单击，确定样条曲线上的第二点。
- (4) 重复移动光标，确定样条曲线上的其他点。
- (5) 按 Esc 键，或者双击退出样条曲线的绘制。

如图 2-38 所示为绘制样条曲线的过程。



图 2-38 绘制样条曲线的过程

样条曲线绘制完毕后，可以通过以下方式对样条曲线进行编辑和修改。

1. “样条曲线”属性管理器

“样条曲线”属性管理器如图 2-39 所示，在“参数”选项组中可以对样条曲线的各种参数进行



Note



修改。

2. 样条曲线上的点

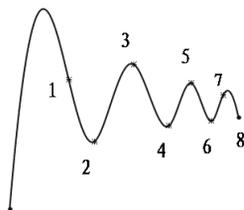
选择要修改的样条曲线，此时样条曲线上会出现点，按住鼠标左键拖动这些点即可实现对样条曲线的修改，如图 2-40 所示为样条曲线的修改过程，图 2-40 (a) 为修改前的图形，图 2-40 (b) 为修改后的图形。



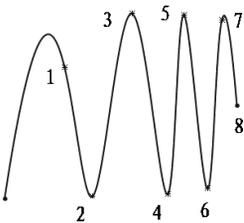
Note



图 2-39 “样条曲线”属性管理器



(a) 修改前的图形



(b) 修改后的图形

图 2-40 样条曲线的修改过程

3. 插入样条曲线型值点

确定样条曲线形状的点称为型值点，即除样条曲线端点以外的点。绘制样条曲线后，还可以插入一些型值点。右击样条曲线，在弹出的快捷菜单中选择“插入样条曲线型值点”命令，然后在需要添加的位置单击即可。

4. 删除样条曲线型值点

若要删除样条曲线上的型值点，则单击选择要删除的点，然后按 **Delete** 键即可。

样条曲线的编辑还有其他一些功能，如显示样条曲线控标、显示拐点、显示最小半径与显示曲率检查等，在此不一一介绍，用户可以右击，选择相应的功能进行练习。

提示：系统默认显示样条曲线的控标。单击“样条曲线”工具栏中的“显示样条曲线控标”按钮, 可以隐藏或者显示样条曲线的控标。

2.2.10 绘制草图文字

草图文字可以在零件特征面上添加，用于拉伸和切除文字，形成立体效果。文字可以添加在任何连续曲线或边线组中，包括由直线、圆弧或样条曲线组成的圆或轮廓。



(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“文本”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“文本”按钮, 系统弹出“草图文字”属性管理器, 如图 2-41 所示。

(2) 在图形区中选择一条边线、曲线或草图线段, 作为绘制文字草图的定位线, 此时所选择的边线显示在“草图文字”属性管理器的“曲线”选项组中。

(3) 在“草图文字”属性管理器的“文字”文本框中输入要添加的文字“SOLIDWORKS 2024”。此时, 添加的文字显示在图形区曲线上。

(4) 如果不需要系统默认的字体, 则取消选中“使用文档字体”复选框, 然后单击“字体”按钮, 此时系统弹出“选择字体”对话框, 如图 2-42 所示, 按照需要进行设置。



图 2-41 “草图文字”属性管理器



图 2-42 “选择字体”对话框

(5) 设置好字体后, 单击“选择字体”对话框中的“确定”按钮, 然后单击“草图文字”属性管理器中的“确定”按钮, 完成草图文字的绘制。

提示:

(1) 在草图绘制模式下, 双击已绘制的草图文字, 在系统弹出的“草图文字”属性管理器中, 可以对其进行修改。

(2) 如果曲线为草图实体或一组草图实体, 而且草图文字与曲线位于同一草图内, 那么必须将草图实体转换为几何构造线。

如图 2-43 所示为绘制的草图文字, 如图 2-44 所示为拉伸后的草图文字。



图 2-43 绘制的草图文字

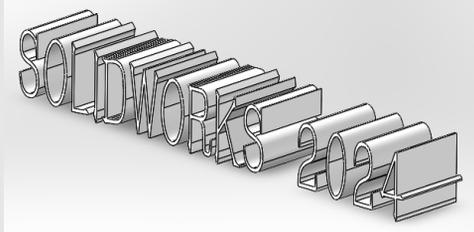


图 2-44 拉伸后的草图文字



Note



2.3 草图编辑工具

本节主要介绍草图编辑工具的使用方法，如圆角、倒角、等距实体、剪裁、延伸、镜向、阵列、移动、复制、旋转与缩放等。

2.3.1 绘制圆角

“绘制圆角”工具是将两个草图实体的交叉处剪裁掉角部，生成一个与两个草图实体都相切的圆弧，此工具在 2D 和 3D 草图中均可使用。具体绘制步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“绘制圆角”，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“圆角”命令，或者单击“草图”选项卡中的“绘制圆角”按钮，此时系统弹出“绘制圆角”属性管理器，如图 2-45 所示。

(2) 在“绘制圆角”属性管理器中设置圆角的半径。如果顶点具有尺寸或几何关系，选中“保持拐角处约束条件”复选框，将保留虚拟交点。如果不选中该复选框，且顶点具有尺寸或几何关系，将会询问是否想在生成圆角时删除这些几何关系。

(3) 设置好“绘制圆角”属性管理器后，选择如图 2-46 (a) 所示的直线 1 和直线 2、直线 2 和直线 3、直线 3 和直线 4、直线 4 和直线 5、直线 5 和直线 6、直线 6 和直线 1。

(4) 在“绘制圆角”属性管理器中，选中“标注每个圆角的尺寸”复选框，单击“确定”按钮, 完成圆角的绘制，如图 2-46 (b) 所示。



图 2-45 “绘制圆角”属性管理器

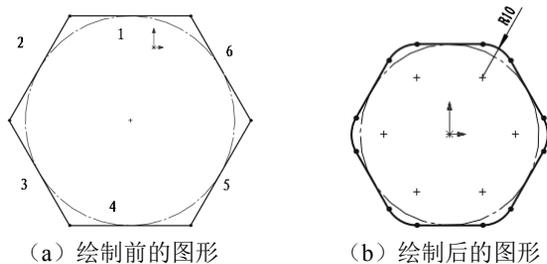


图 2-46 绘制圆角的过程

 **提示：**SOLIDWORKS 可以将两个非交叉的草图实体进行倒圆角操作。执行完圆角命令后，草图实体将被拉伸，边角将被圆角处理。

2.3.2 绘制倒角

“绘制倒角”工具是将倒角应用到相邻的草图实体中，此工具在 2D 和 3D 草图中均可使用。倒角的选取方法与圆角相同。“绘制倒角”属性管理器提供了倒角的两种设置方式，分别是“角度距离”设置倒角方式和“距离-距离”设置倒角方式。具体绘制步骤如下。

(1) 在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“倒角”命令，或者单击“草



图”选项卡中的“绘制倒角”按钮, 此时系统弹出“绘制倒角”属性管理器, 如图 2-47 所示。

(2) 在“绘制倒角”属性管理器中, 选中“角度距离”单选按钮, 按照如图 2-47 所示设置倒角方式和倒角参数, 然后选择如图 2-48 (a) 所示的直线 1 和直线 4。

(3) 在“绘制倒角”属性管理器中, 选中“距离-距离”单选按钮, 按照如图 2-49 所示设置倒角方式和倒角参数, 然后选择如图 2-48 (a) 所示的直线 2 和直线 3。

(4) 单击“绘制倒角”属性管理器中的“确定”按钮, 完成倒角的绘制, 如图 2-48 (b) 所示。



图 2-47 “绘制倒角”属性管理器

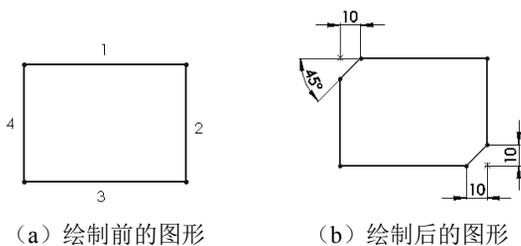


图 2-48 绘制倒角的过程



图 2-49 “距离-距离”设置方式

以“距离-距离”设置方式绘制倒角时, 如果设置的两个距离不相等, 选择不同草图实体的次序不同, 绘制的结果也不相同。如图 2-49 所示, 设置 $D1=10\text{mm}$ 、 $D2=20\text{mm}$, 如图 2-50 (a) 所示为原始图形; 如图 2-50 (b) 所示为先选取左侧的直线, 后选择右侧的直线形成的倒角; 如图 2-50 (c) 所示为先选取右侧的直线, 后选择左侧的直线形成的倒角。

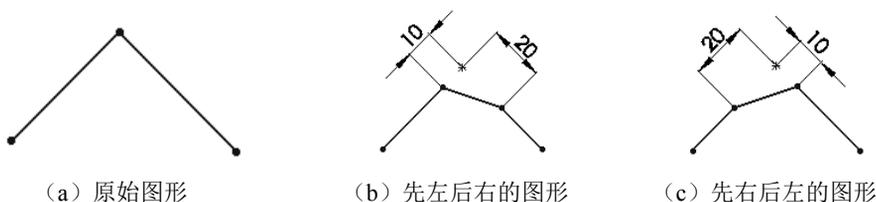


图 2-50 选择直线次序不同形成的倒角

2.3.3 等距实体

“等距实体”工具是按特定的距离等距一个或者多个草图实体、所选模型边线、模型面, 如样条曲线或圆弧、模型边线组、环等草图实体。具体绘制步骤如下。

(1) 在草图绘制状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“等距实体”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“等距实体”按钮。

(2) 系统弹出“等距实体”属性管理器, 按照实际需要进行设置。

(3) 单击选择要等距的实体对象。

(4) 单击“等距实体”属性管理器中的“确定”按钮, 完成等距实体的绘制。

“等距实体”属性管理器中各选项的含义如下。

等距距离: 设定数值以特定距离来等距草图实体。



Note



Note

- 添加尺寸：选中该复选框，将在草图中添加等距距离的尺寸标注，这不会影响包括在原有草图实体中的任何尺寸。
- 反向：选中该复选框，将更改单向等距实体的方向。
- 选择链：选中该复选框，将生成所有连续草图实体的等距。
- 双向：选中该复选框，将在草图中双向生成等距实体。
- 顶端加盖：选中该复选框，将通过选择双向并添加一个顶盖来延伸原有非相交草图实体。
- 基本几何体：选中该复选框，将原有草图实体转换到构造型直线。
- 偏移几何体：选中该复选框，将原有草图实体和生成的草图实体都转换到构造型直线。

打开随书电子资料中的源文件“等距实体”，如图 2-51 所示为按照如图 2-52 所示的“等距实体”属性管理器进行设置后，选取中间草图实体中任意一部分得到的图形。

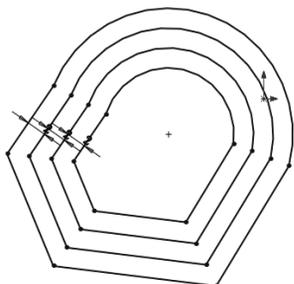
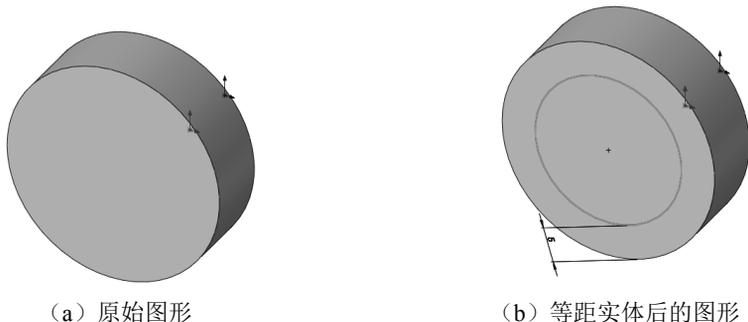


图 2-51 等距后的草图实体



图 2-52 “等距实体”属性管理器

打开随书电子资料中的源文件“等距实体 2”，如图 2-53 所示为在模型面上添加草图实体的过程，图 2-53 (a) 为原始图形，图 2-53 (b) 为等距实体后的图形。执行过程：先选择如图 2-53 (a) 所示的模型的上表面，进入草图绘制状态，再执行等距实体命令，设置参数为单向等距距离，距离为 5mm。



(a) 原始图形

(b) 等距实体后的图形

图 2-53 模型面等距实体

提示：在草图绘制状态下，双击等距距离的尺寸，然后更改数值，即可修改等距实体的距离。在双向等距中，修改单个数值即可更改两个等距的尺寸。

2.3.4 转换实体引用

“转换实体引用”是通过已有的模型或者草图，将其边线、环、面、曲线、外部草图轮廓线、一组边线或一组草图曲线投影到草图基准面上。通过这种方式，可以在草图基准面上生成一个或多个草



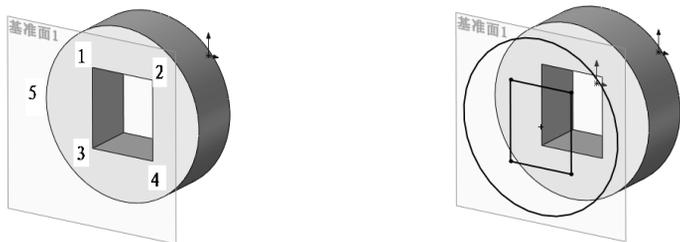
图实体。使用该命令时，如果引用的实体发生改变，那么转换的草图实体也会相应地改变。具体操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“转换实体引用”，在特征管理器的树状目录中，选择要添加草图的基准面，本例选择基准面1，然后单击“草图”选项卡中的“草图绘制”按钮, 进入草图绘制状态。

(2) 按住 Ctrl 键，选取如图 2-54 (a) 所示的边线 1、2、3、4 以及圆弧 5。

(3) 选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“转换实体引用”命令，或者单击“草图”选项卡中的“转换实体引用”按钮, 执行转换实体引用命令。

(4) 退出草图绘制状态，转换实体引用后的图形如图 2-54 (b) 所示。



(a) 转换实体引用前的图形

(b) 转换实体引用后的图形

图 2-54 转换实体引用过程

2.3.5 草图剪裁

“剪裁实体”是常用的草图编辑命令。执行草图剪裁命令时，系统弹出“剪裁”属性管理器，如图 2-55 所示，根据剪裁草图实体的不同，可以选择不同的剪裁模式。下面将介绍不同类型的草图剪裁模式。

- 强劲剪裁：通过将光标拖过每个草图实体来剪裁草图实体。
- 边角：剪裁两个草图实体，直到它们在虚拟边角处相交。
- 在内剪除：选择两个边界实体，然后选择要裁剪的实体，剪裁位于两个边界实体外的草图实体。
- 在外剪除：选择两个边界实体，然后选择要裁剪的实体，剪裁位于两个边界实体内的草图实体。
- 剪裁到最近端：将一个草图实体裁剪到最近端交叉实体。

下面以如图 2-56 所示为例说明剪裁实体的过程，图 2-56 (a) 为剪裁前的图形，图 2-56 (b) 为剪裁后的图形，其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“草图剪裁”，在草图绘制状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“剪裁”命令，或者单击“草图”选项卡中的“剪裁实体”按钮, 系统弹出“剪裁”属性管理器。

(2) 在“剪裁”属性管理器中选择“剪裁到最近端”选项。

(3) 依次单击如图 2-56 (a) 所示的 A 处和 B 处，剪裁图中的直线。

(4) 单击“剪裁”属性管理器中的“确定”按钮, 完成草图实体的剪裁，剪裁后的图形如图 2-56 (b) 所示。



图 2-55 “剪裁”属性管理器



Note



Note

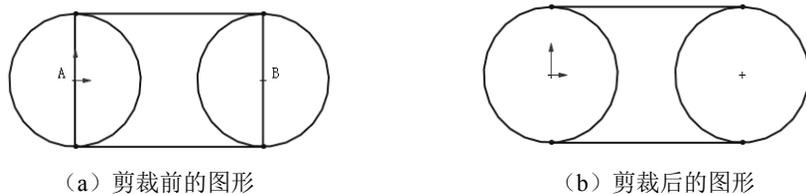


图 2-56 剪裁实体的过程

2.3.6 草图延伸

“延伸实体”是常用的草图编辑工具。利用该工具可以将草图实体延伸至另一个草图实体。

下面以如图 2-57 所示为例说明草图延伸的过程，图 2-57 (a) 为延伸前的图形，图 2-57 (b) 为延伸后的图形，操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“草图延伸”，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“延伸”命令，或者单击“草图”选项卡中的“延伸实体”按钮, 此时光标变为形状，进入草图延伸状态。

(2) 单击如图 2-57 (a) 所示的直线。

(3) 按 Esc 键，退出延伸实体状态，延伸后的图形如图 2-57 (b) 所示。

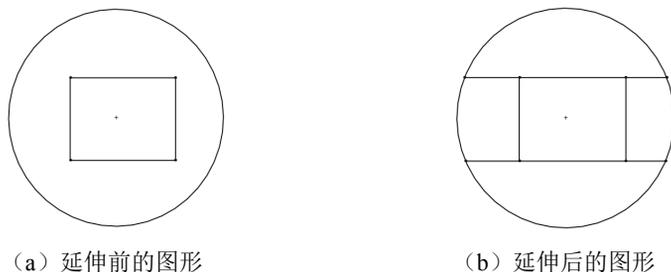


图 2-57 草图延伸的过程

在延伸草图实体时，如果两个方向都可以延伸，而只需要单一方向延伸时，单击延伸方向一侧的实体部分即可实现，在执行该命令过程中，实体延伸的结果在预览时会以红色显示。

2.3.7 分割实体

“分割实体”是将一个连续的草图实体分割为两个草图实体，以方便进行其他操作。反之，也可以删除一个分割点，将两个草图实体合并成一个单一草图实体。

下面以图 2-58 所示为例说明分割实体的过程，图 2-58 (a) 为分割前的图形，图 2-58 (b) 为分割后的图形，其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“分割实体”，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“分割实体”命令，进入分割实体状态。

(2) 单击如图 2-58 (a) 所示的圆弧的合适位置，添加一个分割点。

(3) 按 Esc 键，退出分割实体状态，分割后的图形如图 2-58 (b) 所示。

在草图编辑状态下，如果欲将两个草图实体合并为一个草图实体，单击选中分割点，然后按 Delete 键即可。



Note

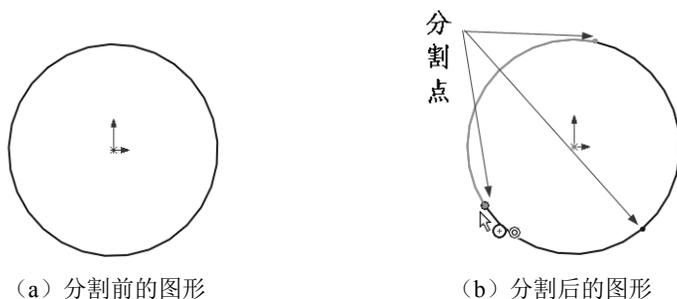


图 2-58 分割实体的过程

2.3.8 镜向实体

在绘制草图时，经常要绘制对称的图形，这时可以使用“镜向实体”命令来实现，“镜向”属性管理器如图 2-59 所示。

在 SOLIDWORKS 2024 中，镜向点不再仅限于构造线，它可以是任意类型的直线。SOLIDWORKS 提供了两种镜向方式：一种是镜向现有草图实体，另一种是在绘制草图时动态镜向草图实体，下面将分别进行介绍。

1. 镜向现有草图实体

下面以如图 2-60 所示为例说明镜向草图的过程，图 2-60 (a) 为镜向前的图形，图 2-60 (b) 为镜向后的图形，其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“镜向现有草图实体”，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“镜向”命令，或者单击“草图”选项卡中的“镜向实体”按钮，此时系统弹出“镜向”属性管理器。

(2) 单击“镜向”属性管理器中的“要镜向的实体”列表框，使其变为蓝色，然后在图形区中框选如图 2-60 (a) 所示的直线左侧图形。

(3) 单击“镜向”属性管理器中的“镜向轴”列表框，使其变为蓝色，然后在图形区中选取如图 2-60 (a) 所示的直线。

(4) 单击“镜向”属性管理器中的“确定”按钮，草图实体镜向完毕，镜向后的图形如图 2-60 (b) 所示。



图 2-59 “镜向”属性管理器

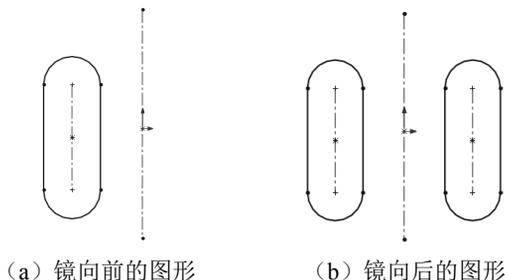


图 2-60 镜向草图的过程



2. 动态镜向草图实体

下面以如图 2-61 所示为例说明动态镜向草图实体的过程，操作步骤如下。

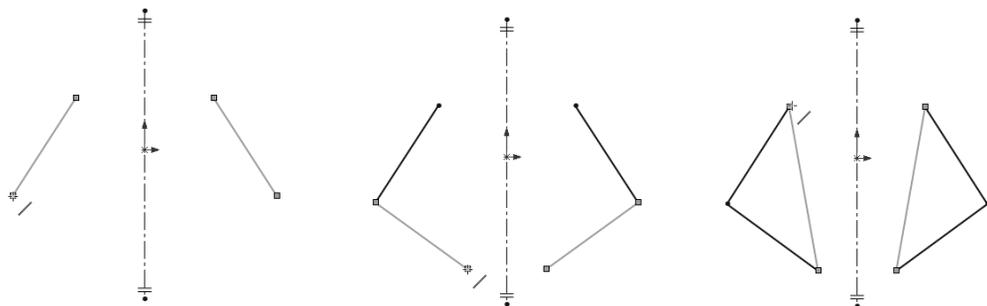


图 2-61 动态镜向草图实体的过程

(1) 打开随书电子资料中的源文件“动态镜向草图实体”，在草图绘制状态下，先在图形区中绘制一条中心线，并选取该中心线。

(2) 选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“动态镜向”命令，此时对称符号出现在中心线的两端。

(3) 单击“草图”选项卡中的“直线”按钮，在中心线的一侧绘制草图，此时另一侧会动态地镜向出绘制的草图。

(4) 草图绘制完毕后，再次单击“草图”选项卡中的“直线”按钮，即可结束该命令的使用。

提示：镜向实体在三维草图中不可使用。

2.3.9 线性草图阵列

“线性草图阵列”是将草图实体沿一个或者两个轴复制生成多个排列图形。执行该命令时，系统弹出的“线性阵列”属性管理器如图 2-62 所示。

下面以如图 2-63 所示为例说明线性草图阵列的过程，图 2-63 (a) 为阵列前的图形，图 2-63 (b) 为阵列后的图形，其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“线性草图阵列”，如图 2-63 (a) 所示，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“线性阵列”命令，或者单击“草图”选项卡中的“线性草图阵列”按钮。

(2) 此时系统弹出“线性阵列”属性管理器，单击“要阵列的实体”列表框，然后在图形区中选取如图 2-63 (a) 所示的直径为 10mm 的圆弧，其他设置如图 2-62 所示。

(3) 单击“线性阵列”属性管理器中的“确定”按钮，阵列后的图形如图 2-63 (b) 所示。



图 2-62 “线性阵列”属性管理器



Note

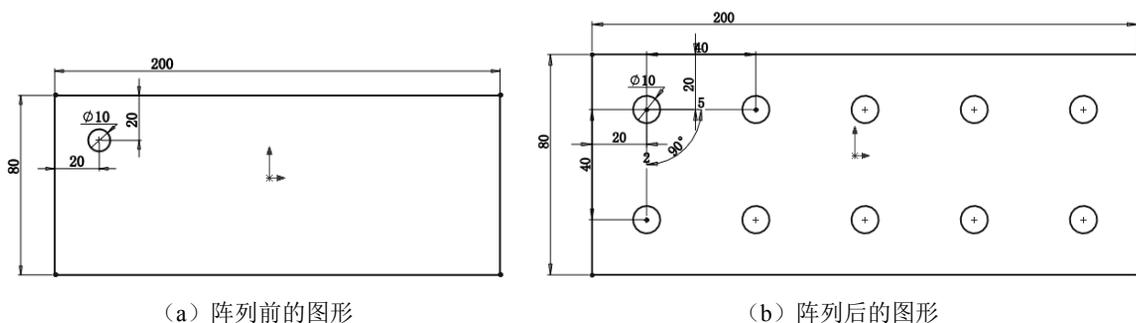


图 2-63 线性草图阵列的过程



Note

2.3.10 圆周草图阵列

“圆周草图阵列”是指将草图实体沿一个指定大小的圆弧进行的环状阵列。执行该命令时，系统弹出的“圆周阵列”属性管理器如图 2-64 所示。

下面以如图 2-65 所示为例说明圆周草图阵列的过程，图 2-65 (a) 为阵列前的图形，图 2-65 (b) 为阵列后的图形，其操作步骤如下。

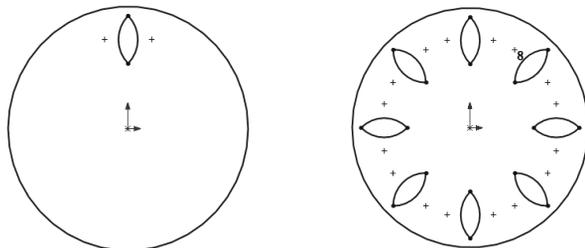
(1) 打开随书电子资料中的源文件“圆周草图阵列”，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“圆周阵列”命令，或者单击“草图”选项卡“线性草图阵列”下拉列表中的“圆周草图阵列”按钮，此时系统弹出“圆周阵列”属性管理器。

(2) 单击“圆周阵列”属性管理器中的“要阵列的实体”列表框，然后在图形区中选取如图 2-65 (a) 所示的两条圆弧，在“参数”选项组的列表框中选择圆弧的圆心，在“实例数”文本框中输入“8”。

(3) 单击“圆周阵列”属性管理器中的“确定”按钮，阵列后的图形如图 2-65 (b) 所示。



图 2-64 “圆周阵列”属性管理器



(a) 阵列前的图形

(b) 阵列后的图形

图 2-65 圆周草图阵列的过程



2.3.11 移动实体

“移动实体”命令是将一个或者多个草图实体进行移动。选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“移动”命令，或者单击“草图”选项卡中的“移动实体”按钮，系统弹出“移动”属性管理器，如图 2-66 所示。

在“移动”属性管理器中，“要移动的实体”列表框用于选取要移动的草图实体；“参数”选项组中的“从/到”单选按钮用于指定移动的起点和目标点，是一个相对参数；如果在“参数”选项组中选中“X/Y”单选按钮，则弹出新的对话框，在其中输入相应的参数即可以设定的数值生成相应的目标。



图 2-66 “移动”属性管理器

2.3.12 复制实体

“复制实体”命令是将一个或者多个草图实体进行复制。选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“复制”命令，或者单击“草图”选项卡中的“复制实体”按钮，系统弹出“复制”属性管理器，如图 2-67 所示。“复制”属性管理器中的参数与“移动”属性管理器中的参数意义相同，在此不再赘述。



图 2-67 “复制”属性管理器

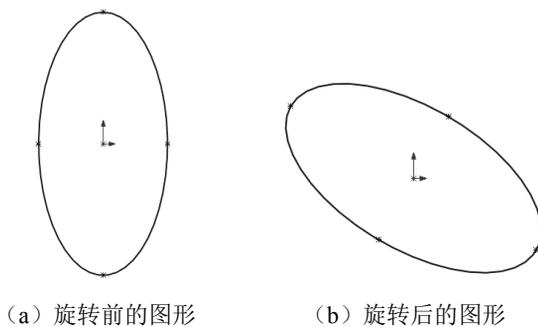
2.3.13 旋转实体

“旋转实体”命令是通过选择旋转中心及要旋转的度数来旋转草图实体。执行该命令，系统弹出“旋转”属性管理器，如图 2-68 所示。

下面以如图 2-69 所示为例说明旋转草图的过程，图 2-69 (a) 为旋转前的图形，图 2-69 (b) 为旋转后的图形，其操作步骤如下。



图 2-68 “旋转”属性管理器



(a) 旋转前的图形

(b) 旋转后的图形

图 2-69 旋转草图的过程

(1) 打开随书电子资料中的源文件“旋转实体”，如图 2-69 (a) 所示，在草图编辑状态下，选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“旋转”命令，或者单击“草图”选项卡中的“旋转实体”按钮。

(2) 此时系统弹出“旋转”属性管理器，单击“要旋转的实体”列表框，在图形区中选取如图 2-69 (a) 所示的椭圆形，在“基准点”列表框中选取椭圆的下端点，在“角度”文本框中输



Note



入“60”。

(3) 单击“旋转”属性管理器中的“确定”按钮, 旋转后的图形如图 2-69 (b) 所示。

2.3.14 缩放实体

“缩放实体比例”命令是通过基准点和比例因子对草图实体进行缩放, 也可以根据需要在保留原缩放对象的基础上缩放草图。执行该命令时, 系统弹出“比例”属性管理器, 如图 2-70 所示。



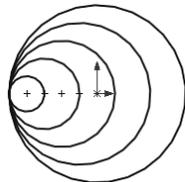
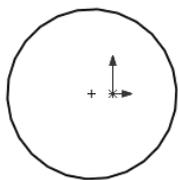
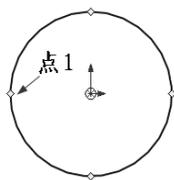
图 2-70 “比例”属性管理器

下面以如图 2-71 所示为例说明缩放草图的过程, 图 2-71 (a) 为缩放比例前的图形, 图 2-71 (b) 为比例因子为 0.8 且不保留原图的图形, 图 2-71 (c) 为保留原图且复制数为 4 的图形, 其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“缩放实体”, 在草图编辑状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“缩放比例”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“缩放实体比例”按钮, 此时系统弹出“比例”属性管理器。

(2) 单击“比例”属性管理器中的“要旋转的实体”选项组中的列表框, 在图形区中选取如图 2-71 (a) 所示的圆形, 在“基准点”列表框中选取圆形的左象限点, 在“比例因子”文本框中输入“0.8”, 缩放后的结果如图 2-71 (b) 所示。

(3) 选中“复制”复选框, 在“份数”文本框中输入“4”, 结果如图 2-71 (c) 所示。



(a) 缩放比例前的图形 (b) 比例因子为 0.8 且不保留原图的图形 (c) 保留原图且复制数为 4 的图形

图 2-71 缩放草图的过程

(4) 单击“比例”属性管理器中的“确定”按钮, 草图实体缩放完毕。

2.3.15 伸展实体

“伸展实体”命令是通过基准点和坐标点对草图实体进行伸展。执行该命令后, 系统弹出“伸展”属性管理器, 如图 2-72 所示。

下面以如图 2-73 所示为例说明伸展草图的过程, 图 2-73 (a) 为伸展前的图形, 图 2-73 (c) 为伸展后的图形, 其操作步骤如下。

(1) 打开随书电子资料中的源文件“伸展实体”, 在草图编辑状态下, 选择菜单栏中的“工具”→“草图工具”→“伸展实体”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“伸展实体”按钮, 此时系统弹出“伸展”属性管理器。

(2) 单击“伸展”属性管理器中的“要绘制的实体”列表框, 在图形区中选取如图 2-73 (a) 所示的矩形的左右两边和下边, 在“伸展点”列表框中选取矩形的左下端点, 然后单击拖动以伸展草图



图 2-72 “伸展”属性管理器



Note



实体；当放开鼠标时，实体伸展到该点并且属性管理器将关闭。

(3) 选中“X/Y”单选按钮，在 ΔX 和 ΔY 文本框中设定值以伸展草图实体，如图 2-73 (b) 所示，单击“重复”按钮以相同距离伸展实体，伸展后的结果如图 2-73 (c) 所示。



Note



图 2-73 伸展草图的过程

(4) 单击“伸展”属性管理器中的“确定”按钮，草图实体伸展完毕。

2.4 尺寸标注

SOLIDWORKS 2024 是一种尺寸驱动式系统，用户可以指定尺寸及各实体间的几何关系，更改尺寸将改变零件的尺寸与形状。尺寸标注是草图绘制过程中的重要组成部分。SOLIDWORKS 虽然可以捕捉用户的设计意图，自动进行尺寸标注，但由于各种原因，有时自动标注的尺寸并不理想，此时用户必须自己进行尺寸标注。

2.4.1 度量单位

在 SOLIDWORKS 2024 中可以使用多种度量单位，包括埃、纳米、微米、毫米、厘米、米、英寸、英尺。设置单位的方法在第 1 章已讲述，这里不再赘述。

2.4.2 线性尺寸的标注

线性尺寸用于标注直线段的长度或两个几何元素间的距离。

1. 标注直线长度尺寸的操作步骤

(1) 打开随书电子资料中的源文件“标注直线长度尺寸”，单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮，此时光标变为形状。

(2) 将光标放到要标注的直线上，此时光标变为形状，要标注的直线以红色高亮度显示。

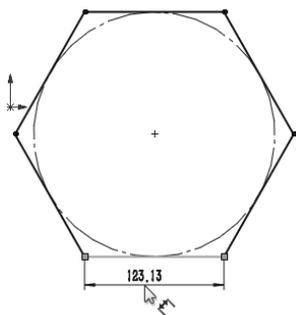
(3) 单击直线，则标注尺寸线出现并随着光标移动，如图 2-74 (a) 所示。

(4) 将尺寸线移动到适当的位置后单击，则尺寸线被固定下来。

(5) 系统弹出“修改”对话框，在其中输入要标注的尺寸值，如图 2-74 (b) 所示。



- (6) 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注。
 (7) 在左侧出现“尺寸”属性管理器, 如图 2-75 所示, 可在“主要值”选项组中修改尺寸大小。



(a) 拖动尺寸线



(b) 修改尺寸值

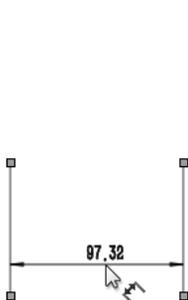
图 2-74 直线标注



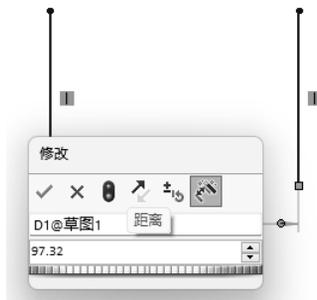
图 2-75 “尺寸”属性管理器

2. 标注两个几何元素间距离的操作步骤

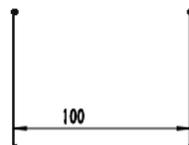
- (1) 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 此时光标变为形状。
- (2) 单击拾取第一个几何元素。
- (3) 标注尺寸线出现, 继续单击拾取第二个几何元素。
- (4) 这时标注尺寸线显示为两个几何元素之间的距离, 移动光标到适当的位置后单击, 将尺寸线固定下来, 如图 2-76 (a) 所示。
- (5) 系统弹出“修改”对话框, 在“修改”对话框中输入两个几何元素间的距离, 如图 2-76 (b) 所示。
- (6) 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注, 如图 2-76 (c) 所示。



(a) 拖动尺寸线



(b) 修改尺寸值



(c) 标注结果

图 2-76 距离标注



Note



Note

2.4.3 直径和半径尺寸的标注

默认情况下, SOLIDWORKS 对圆标注的直径尺寸、对圆弧标注的半径尺寸如图 2-77 所示。

1. 对圆进行直径尺寸标注的操作步骤

(1) 打开随书电子资料中的源文件“直径和半径尺寸的标注”, 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 将光标放到要标注的圆上, 此时光标变为形状, 要标注的圆以红色高亮度显示。

(3) 单击圆, 则标注尺寸线出现, 并随着光标移动。

(4) 将尺寸线移动到适当的位置后单击, 将尺寸线固定下来。

(5) 在弹出的“修改”对话框中输入圆的直径, 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注。

2. 对圆弧进行半径尺寸标注的操作步骤

(1) 打开随书电子资料中的源文件“直径和半径尺寸的标注”, 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 将光标放到要标注的圆弧上, 此时光标变为形状, 要标注的圆弧以红色高亮度显示。

(3) 单击需要标注的圆弧, 则标注尺寸线出现, 并随着光标移动。

(4) 将尺寸线移动到适当的位置后单击, 将尺寸线固定下来。

(5) 在弹出的“修改”对话框中输入圆弧的半径, 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注。

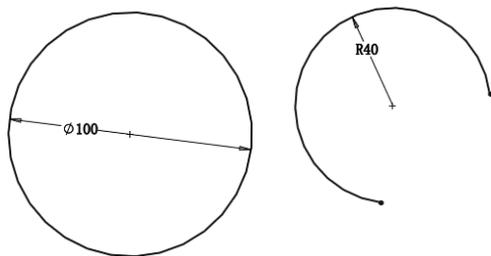


图 2-77 直径和半径尺寸的标注

2.4.4 角度尺寸的标注

角度尺寸标注用于标注两条直线的夹角或圆弧的圆心角。

1. 标注两条直线夹角的操作步骤

(1) 打开随书电子资料中的源文件“两条直线夹角标注”。

(2) 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 此时光标变为形状。

(3) 单击拾取第一条直线。

(4) 标注尺寸线出现, 继续单击拾取第二条直线。

(5) 这时标注尺寸线显示为两条直线之间的角度, 随着光标的移动, 系统会显示 4 种不同的夹角角度, 如图 2-78 所示。

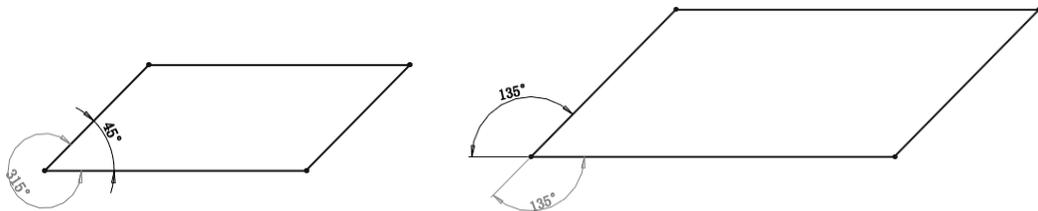


图 2-78 4 种不同的夹角角度

(6) 在合适位置单击, 将尺寸线固定下来。



(7) 在弹出的“修改”对话框中输入夹角的角度值, 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注。

2. 标注圆弧圆心角的操作步骤

(1) 打开随书电子资料中的源文件“圆弧圆心角标注”, 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 此时光标变为形状。

(2) 单击拾取圆弧的一个端点。

(3) 单击拾取圆弧的另一个端点, 此时标注尺寸线显示这两个端点间的距离。

(4) 继续单击拾取圆心点, 此时标注尺寸线显示圆弧两个端点间的圆心角。

(5) 将尺寸线移到适当的位置后单击, 将尺寸线固定下来, 标注圆弧的圆心角, 如图 2-79 所示。

(6) 在弹出的“修改”对话框中输入圆弧的角度值, 单击“保存当前的数值并退出此对话框”按钮, 完成标注。

(7) 如果在步骤(4)中拾取的不是圆心点而是圆弧, 则将标注两个端点间圆弧的长度。

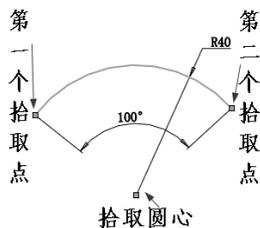


图 2-79 标注圆弧的圆心角



Note

2.5 添加几何关系

几何关系为草图实体之间或草图实体与基准面、基准轴、边线或顶点之间的几何约束。

表 2-6 说明了可为几何关系选择的实体以及所产生的几何关系的特点。

表 2-6 几何关系说明

几何关系	要执行的实体	所产生的几何关系
水平或竖直	一条或多条直线, 两个或多个点	直线会变成水平或竖直(由当前草图的空间定义), 而点会水平或竖直对齐
共线	两条或多条直线	实体位于同一条无限长的直线上
全等	两个或多个圆弧	实体会共用相同的圆心和半径
垂直	两条直线	两条直线相互垂直
平行	两条或多条直线	实体相互平行
相切	圆弧、椭圆和样条曲线, 直线和圆弧, 直线和曲面或三维草图中的曲面	两个实体保持相切
同心	两个或多个圆弧, 一个点和一个圆弧	圆弧共用同一圆心
中点	一个点和一条直线	点位于线段的中点
交叉	两条直线和一个点	点位于直线的交叉点处
重合	一个点和一直线、圆弧或椭圆	点位于直线、圆弧或椭圆上
相等	两条或多条直线, 两个或多个圆弧	直线长度或圆弧半径保持相等
对称	一条中心线和两个点、直线、圆弧或椭圆	实体保持与中心线相等距离, 并位于一条与中心线垂直的直线上
固定	任何实体	实体的大小和位置被固定
穿透	一个草图点和一个基准轴、边线、直线或样条曲线	草图点与基准轴、边线或曲线在草图基准面上穿透的位置重合
合并点	两个草图点或端点	两个点合并成一个点



Note

选择菜单栏中的“工具”→“关系”→“添加”命令，或单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮，如图 2-80 所示，系统弹出“添加几何关系”属性管理器，如图 2-81 所示。



图 2-80 “添加几何关系”按钮

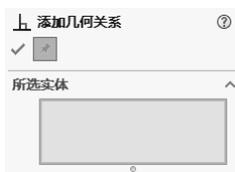


图 2-81 “添加几何关系”属性管理器

在弹出的“添加几何关系”属性管理器中对草图实体添加几何约束，设置几何关系。

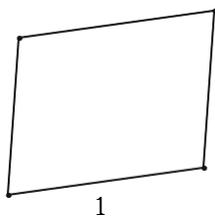
利用“添加几何关系”工具可以在草图实体之间或草图实体与基准面、基准轴、边线或顶点之间生成几何关系。下面各小节中将依次介绍常用的约束关系。

2.5.1 水平约束

水平约束是指为对象（直线或两点）添加一种约束，使直线（或两点所组成的直线）与 X 轴方向成 0° 夹角，即成平行关系。

1. 利用“添加几何关系”属性管理器添加水平约束

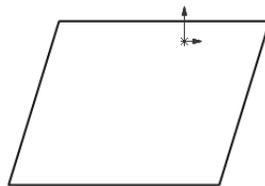
打开随书电子资料中的源文件“利用‘添加几何关系’属性管理器添加水平约束”，或在草绘平面中绘制平行四边形，如图 2-82 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮，弹出“添加几何关系”属性管理器，如图 2-82 (b) 所示，在“所选实体”选项组中选择“直线 1”，在“添加几何关系”选项组中选择“水平”；如图 2-82 (c) 所示为添加几何关系后的图形。



(a) 几何图形



(b) “添加几何关系”属性管理器



(c) 添加几何关系结果

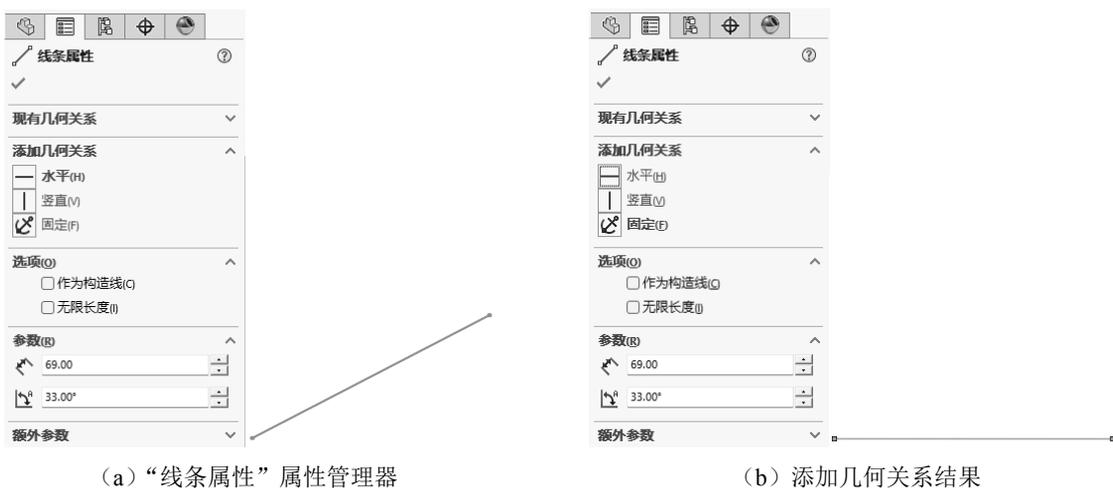
图 2-82 利用“添加几何关系”属性管理器添加水平约束

2. 利用“线条属性”属性管理器添加水平约束

打开随书电子资料中的源文件“利用‘线条属性’属性管理器添加水平约束”，或在绘制草图过程中，完成一段直线绘制后，单击选择该直线，直线变为蓝色，显示被选中，同时在左侧弹出“线条属性”属性管理器，如图 2-83 (a) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“水平”，完成“水平”几何约束的添加，如图 2-83 (b) 所示，单击按钮，关闭左侧属性管理器。



Note



(a) “线条属性”属性管理器

(b) 添加几何关系结果

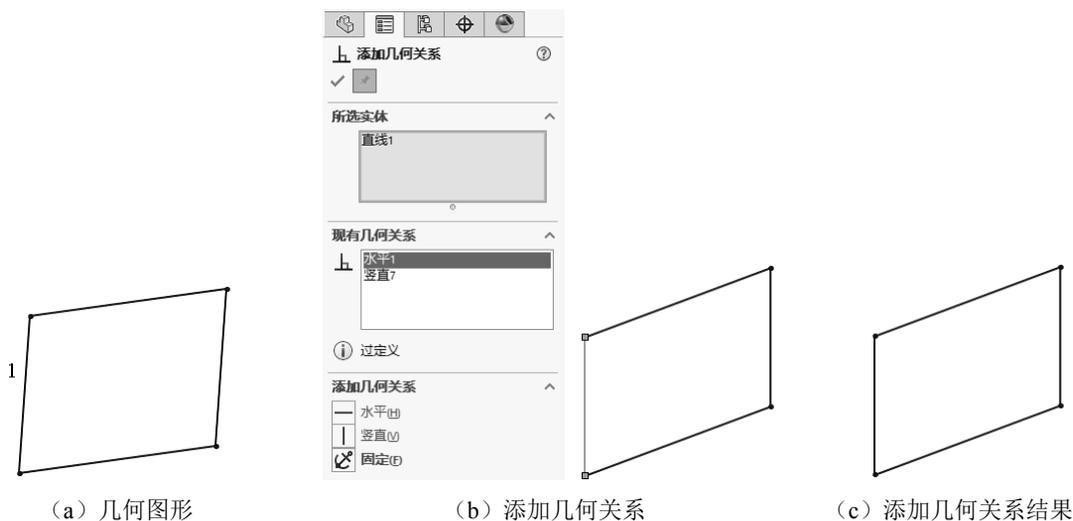
图 2-83 利用“线条属性”属性管理器添加水平约束

2.5.2 竖直约束

竖直约束是指为对象（一条直线或两点）添加一种约束，使直线（或两点所组成的直线）与 Y 轴方向成 0° 夹角，即成平行关系。

1. 利用“添加几何关系”属性管理器添加竖直约束

打开随书电子资料中的源文件“利用‘添加几何关系’属性管理器添加竖直约束”，或在草绘平面中绘制平行四边形，如图 2-84 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 \uparrow ，弹出“添加几何关系”属性管理器，如图 2-84 (b) 所示，在“所选实体”选项组中选择“直线 1”，在“添加几何关系”选项组中选择“竖直”；如图 2-84 (c) 所示为添加几何关系后的图形。



(a) 几何图形

(b) 添加几何关系

(c) 添加几何关系结果

图 2-84 利用“添加几何关系”属性管理器添加竖直约束

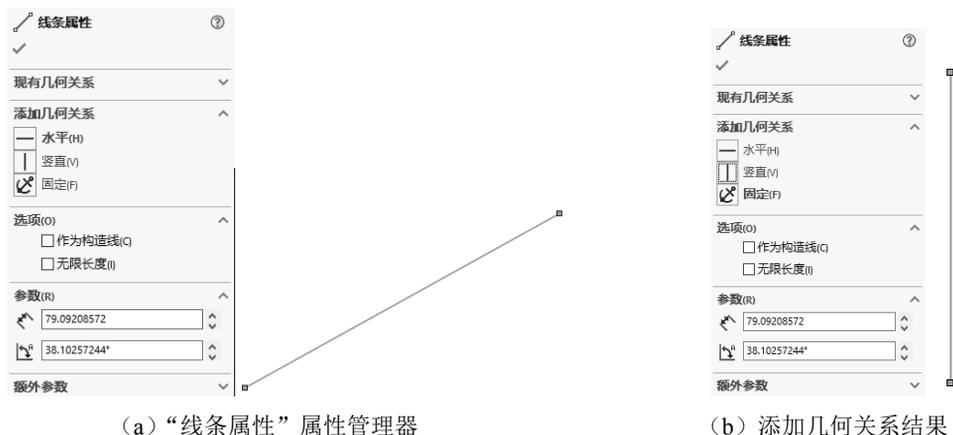
2. 利用“线条属性”属性管理器添加竖直约束

打开随书电子资料中的源文件“利用‘线条属性’属性管理器添加竖直约束”，或在绘制草图过程中，完成一段直线绘制后，单击选择该直线，直线变为蓝色，显示被选中，同时在左侧弹出“线条



Note

属性”属性管理器，如图 2-85 (a) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“竖直”，完成“竖直”几何约束的添加，如图 2-85 (b) 所示，单击 按钮，关闭左侧属性管理器。



(a) “线条属性”属性管理器

(b) 添加几何关系结果

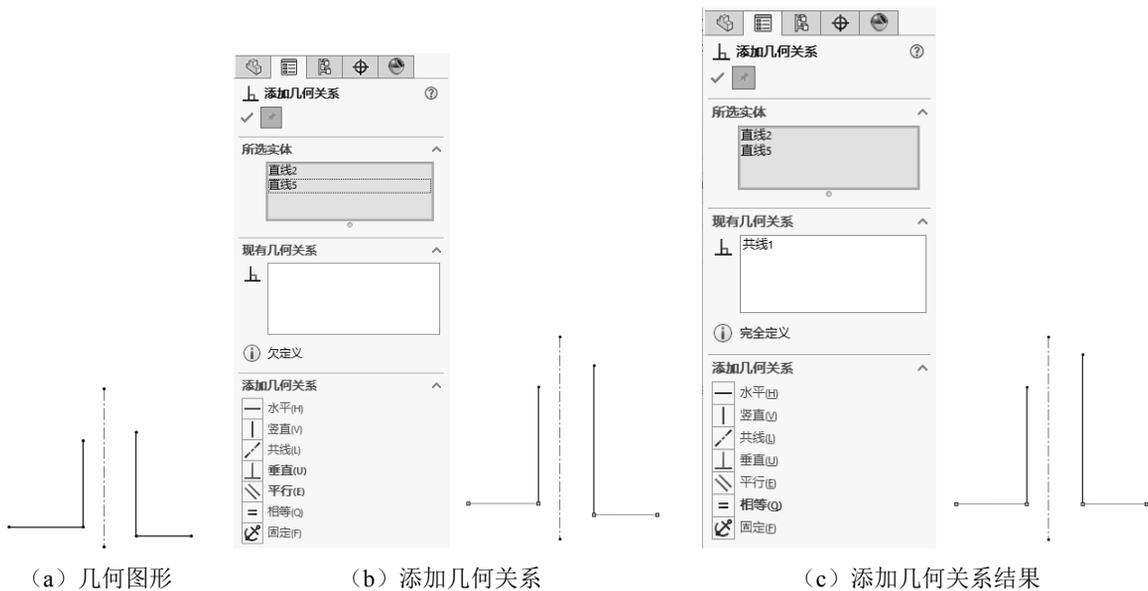
图 2-85 利用“线条属性”属性管理器添加竖直约束

2.5.3 共线约束

共线约束是指为对象（两条或多条直线）添加一种约束，使所有直线在统一无限长直线上，两两直线夹角为 0° 。

1. 两条直线

打开随书电子资料中的源文件“两条直线共线约束”，或在草绘平面中绘制几何图形，如图 2-86 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 ，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中选择两条水平直线，如图 2-86 (b) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“共线”，使所有直线共线，如图 2-86 (c) 所示。



(a) 几何图形

(b) 添加几何关系

(c) 添加几何关系结果

图 2-86 两条直线共线约束



2. 多条直线

打开随书电子资料中的源文件“多条直线共线约束”，或在草绘平面中绘制几何图形，如图 2-87 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 \uparrow ，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中选择多条直线，选中直线显示蓝色，且两端点分别用小矩形框表示，如图 2-87 (b) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“共线”，使所有选择直线共线，如图 2-87 (c) 所示。

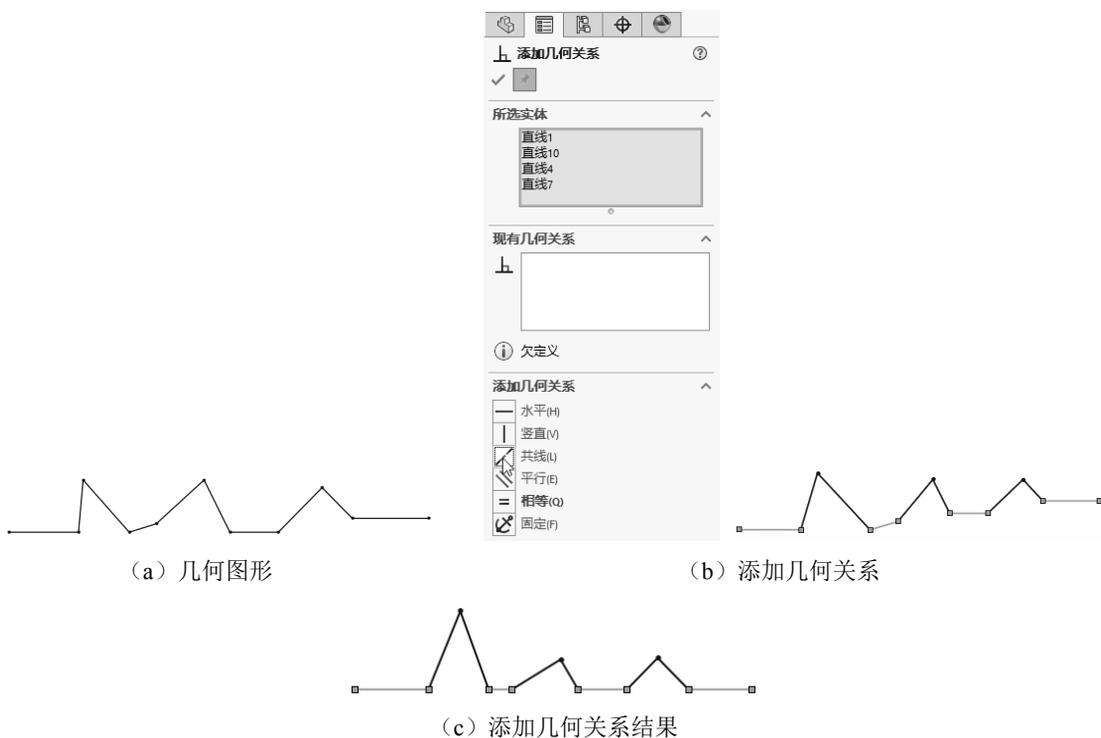
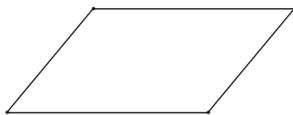


图 2-87 多条直线共线约束

2.5.4 垂直约束

垂直约束是指为对象（两条直线）添加一种约束，使两条直线成垂直关系，两直线夹角为 90° 。

打开随书电子资料中的源文件“垂直约束”，或在草绘平面中绘制几何图形，如图 2-88 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 \uparrow ，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中选择两条相交直线，如图 2-88 (b) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“垂直”，使两条直线垂直，此时会在“现有几何关系”选项组中显示“垂直 0”，如图 2-88 (c) 所示。



(a) 几何图形

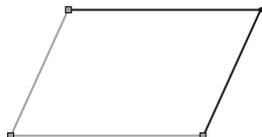
图 2-88 垂直约束



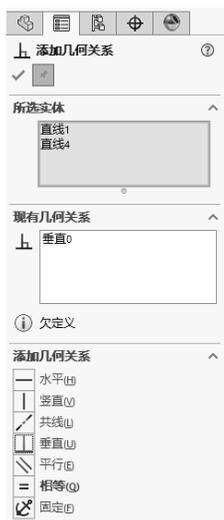
Note



Note



(b) 添加几何关系



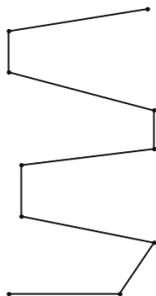
(c) 添加几何关系结果

图 2-88 垂直约束 (续)

2.5.5 平行约束

平行约束是指为对象（两条或多条直线）添加一种约束，使直线成平行关系，所有直线或延长线永不相交，两两直线夹角为 0° 。

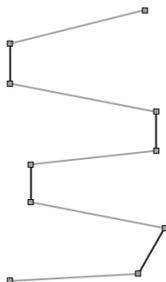
打开随书电子资料中的源文件“平行约束”，或在草绘平面中绘制几何图形，如图 2-89 (a) 所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 ，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中选择多条直线，选中直线显示蓝色，且两端点分别用小矩形框表示，如图 2-89 (b) 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“平行”，使所有直线平行，如图 2-89 (c) 所示。



(a) 几何图形



(b) 添加几何关系



(c) 添加几何关系结果

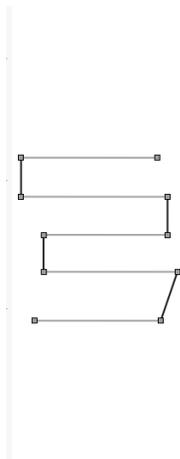


图 2-89 平行约束



Note

2.5.6 相等约束

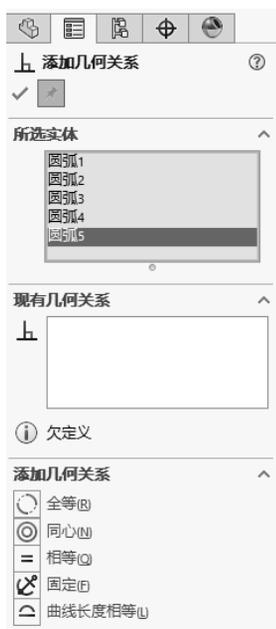
相等约束是指为对象（两条或多条直线，两个或多个圆弧）添加一种约束，使直线（圆弧）保持相等关系，即保证直线长度或圆弧半径相等。

1. 为圆弧添加相等约束

打开随书电子资料中的源文件“相等约束”，或在草绘平面中绘制几何图形，如图 2-90（a）所示，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中选择多条圆弧，选中圆弧显示蓝色，且圆弧两端点分别用小矩形框表示，如图 2-90（b）所示，在“添加几何关系”选项组中选择“相等”，使所有圆弧半径相等，如图 2-90（c）所示。



(a) 几何图形



(b) 添加几何关系



(c) 添加几何关系结果

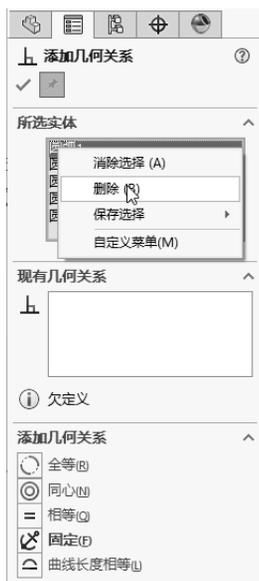
图 2-90 为圆弧添加相等约束

2. 为直线添加相等约束

在左侧属性管理器“所选实体”选项组中选择其中一个选项，右击，在弹出的快捷菜单中选择“消除选择”命令，删除所有选项，如图 2-91（a）所示。同时，在“所选实体”选项组中选择圆弧两端水平直线，如图 2-91（b）所示，然后在“添加几何关系”选项组中选择“相等”，此时绘图区显示两直线长度相等，如图 2-91（c）所示。



Note



(a) 删除选项



(b) 添加直线选项



(c) 添加几何关系

图 2-91 为直线添加相等约束

2.5.7 固定约束

固定约束是指为对象（任何实体）添加一种约束，使实体对象大小及位置固定不变，即不因尺寸定位或其他操作而发生变化。

1. 利用“添加几何关系”属性管理器添加固定约束

在草绘平面中分别绘制点、直线、圆弧等图形，单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮，弹出“添加几何关系”属性管理器，在“所选实体”选项组中



分别选择点、直线、圆弧，在“添加几何关系”选项组中选择“固定”，完成固定几何约束的添加。

2. 利用属性管理器添加固定约束

在绘制草图过程中，单击以直接选择点、直线、圆弧，所选对象变为蓝色，显示被选中，同时在左侧弹出对应属性对话框，如图 2-92 所示，在“添加几何关系”选项组中选择“固定”，完成固定几何约束的添加，单击 按钮，关闭左侧属性管理器。



Note



(a) 点

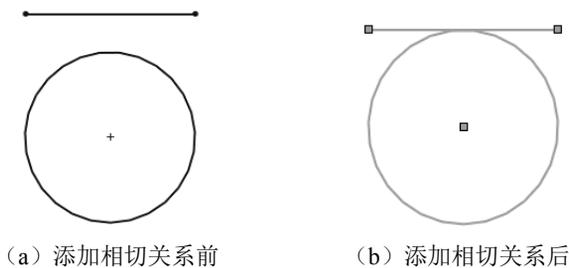
(b) 直线

(c) 圆弧

图 2-92 属性管理器

2.5.8 相切约束

相切约束是指为对象（圆弧、椭圆和样条曲线，直线和圆弧，直线和曲面或三维草图中的曲面）添加一种约束，使实体对象两两相切，如图 2-93 所示。



(a) 添加相切关系前

(b) 添加相切关系后

图 2-93 添加相切关系前后的两实体

打开随书电子资料中的源文件“相切约束”，或单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“添加几何关系”按钮 ，弹出“添加几何关系”属性管理器，在草图中单击要添加几何关系的实体。



此时所选实体会在“添加几何关系”属性管理器的“所选实体”选项组中显示，如图 2-94 所示。

注意：

(1) 信息栏 显示所选实体的状态（完全定义或欠定义等）。

(2) 如果要移除一个实体，在“所选实体”选项组的列表框中右击该项目，在弹出的快捷菜单中选择“消除选择”命令即可。

(3) 在“添加几何关系”选项组中单击要添加的几何关系类型（相切或固定等），这时添加的几何关系类型就会显示在“现有几何关系”列表框中。

(4) 如果要删除已添加的几何关系，在“现有几何关系”列表框中右击该几何关系，在弹出的快捷菜单中选择“删除”命令即可。

(5) 单击“确定”按钮 后，几何关系添加到草图实体间。

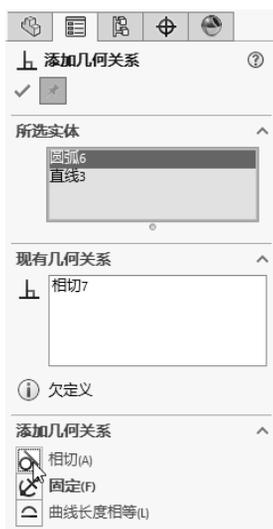


图 2-94 “添加几何关系”属性管理器



Note

2.6 自动添加几何关系

使用 SOLIDWORKS 自动添加几何关系后，在绘制草图时光标会改变形状以显示可以生成哪些几何关系。如图 2-95 所示显示了不同几何关系对应的光标指针形状。

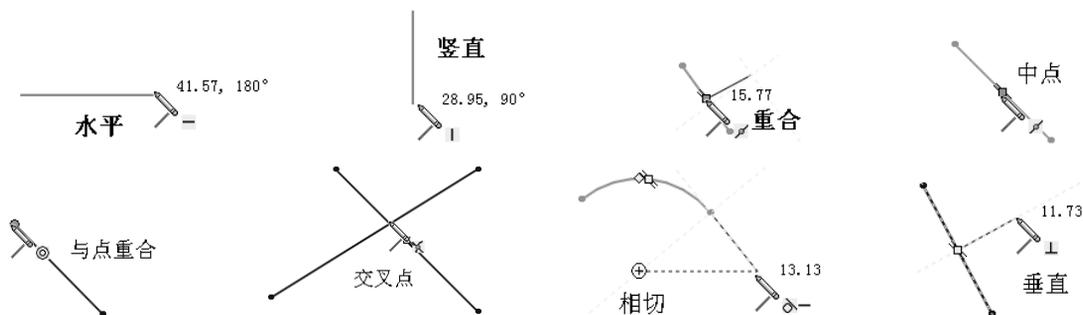


图 2-95 不同几何关系对应的光标指针形状

将自动添加几何关系作为系统的默认设置，其操作步骤如下。

- (1) 选择菜单栏中的“工具”→“选项”命令，打开“系统选项”对话框。
- (2) 在“系统选项”选项卡的左侧列表框中选择“几何关系/捕捉”选项，然后在右侧的区域中选中“自动几何关系”复选框，如图 2-96 所示。
- (3) 单击“确定”按钮，关闭对话框。

提示：所选实体中至少要有一个项目是草图实体，其他项目可以是草图实体，也可以是一条边线、面、顶点、原点、基准面、轴或从其他草图的线或圆弧映射到此草图平面所形成的草图曲线。

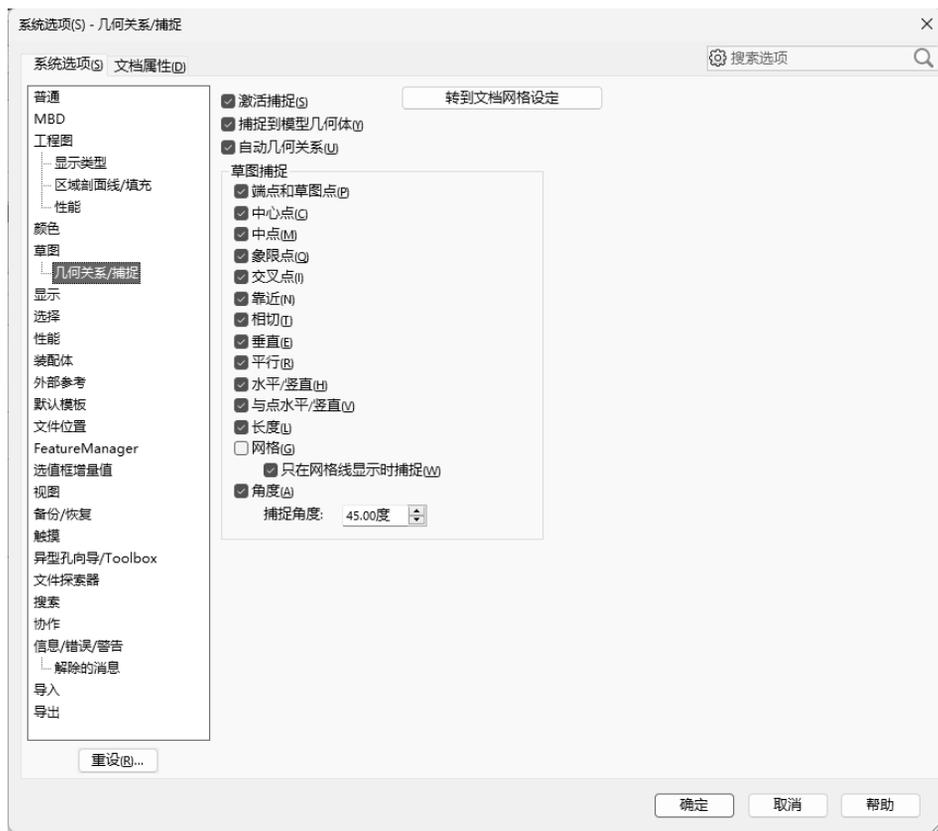


图 2-96 自动添加几何关系



Note

2.7 编辑约束

利用“显示/删除几何关系”工具可以显示手动和自动应用到草图实体的几何关系，查看有疑问的特定草图实体的几何关系，并可以删除不再需要的几何关系。此外，还可以通过替换列出的参考引用用来修正错误的实体。

如果要显示/删除几何关系，其操作步骤如下。

(1) 单击“草图”选项卡“显示/删除几何关系”下拉列表中的“显示/删除几何关系”按钮, 或者选择菜单栏中的“工具”→“关系”→“显示/删除几何关系”命令。

(2) 在弹出的“显示/删除几何关系”属性管理器的列表框中执行显示几何关系的准则，如图 2-97 (a) 所示。

(3) 在“几何关系”选项组中执行要显示的几何关系。在显示每个几何关系时，高亮显示相关的草图实体，同时还会显示其状态。在“实体”选项组中也会显示草图实体的名称、状态，如图 2-97 (b) 所示。

(4) 选中“压缩”复选框，可以压缩当前的几何关系。

(5) 单击“删除”按钮，删除当前的几何关系；单击“删除所有”按钮，删除当前执行的所有几何关系。



Note



(a) 显示的几何关系



(b) 存在几何关系的实体状态

图 2-97 “显示/删除几何关系”属性管理器

2.8 截面草图

本节主要通过具体实例讲解草图编辑工具的综合使用方法。

2.8.1 实例——气缸体截面草图

在本实例中，将利用草图绘制工具绘制如图 2-98 所示的气缸体截面草图。

由于图形关于两坐标轴对称，因此先绘制关于轴对称部分的实体图形，再利用镜向或阵列方式进行复制，完成整个图形的绘制。

操作步骤：

(1) 新建文件。启动 SOLIDWORKS 2024，选择菜单栏中的“文件”→“新建”命令，或者单击“快速访问”工具栏中的“新建”按钮，在打开的“新建 SOLIDWORKS 文件”对话框中单击“零件”按钮，再单击“确定”按钮。

(2) 绘制截面草图。在设计树中选择前视基准面，单击“草图”选项卡中的“草图绘制”按钮，新建一张草图。单击“草图”选项卡中的“中心线”按钮和“圆心/起/终点画弧”按钮，绘制线段和圆弧。

(3) 标注尺寸。单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮，标注尺寸，如图 2-99 所示。

(4) 绘制圆和直线段。单击“草图”选项卡中的“圆”按钮和“直线”按钮，绘制一个圆和两条线段。

(5) 添加几何关系。按住 Ctrl 键选择其中一条线段和圆，几何关系添加为“相切”，使用相同方法使另一线段也与圆相切，如图 2-100 所示。

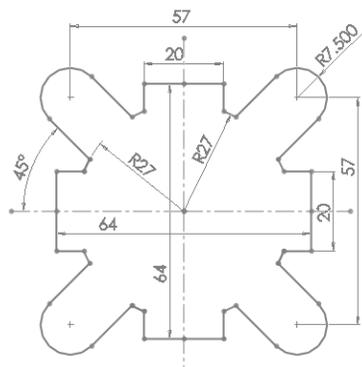


图 2-98 气缸体截面草图



Note

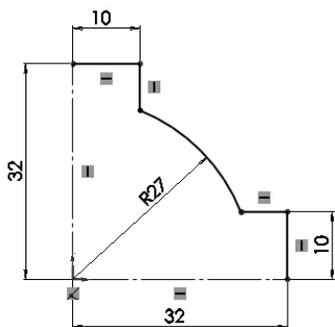


图 2-99 标注尺寸 1

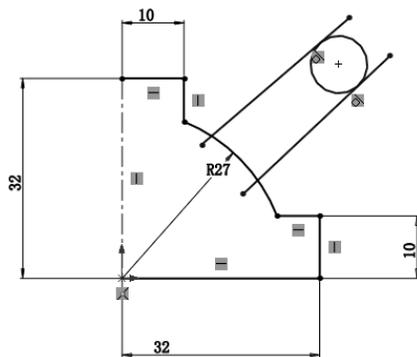


图 2-100 绘制圆和直线段

(6) 裁剪图形。单击“草图”选项卡中的“剪裁实体”按钮, 修剪多余圆弧, 裁剪图形如图 2-101 所示。

(7) 标注尺寸。单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 标注尺寸, 如图 2-102 所示。

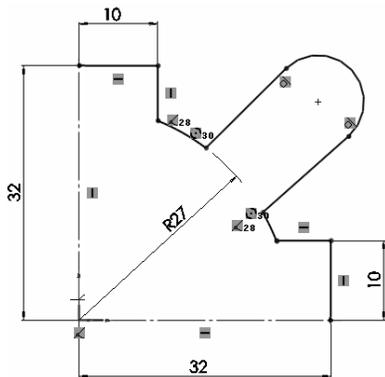


图 2-101 裁剪图形

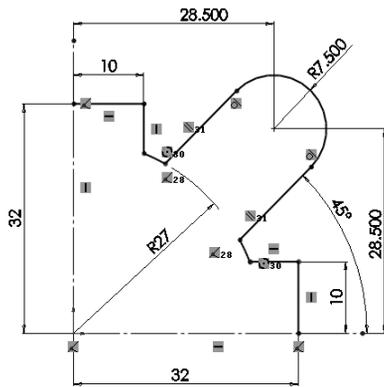


图 2-102 标注尺寸 2

(8) 阵列草图实体。单击“草图”选项卡中的“圆周草图阵列”按钮, 选择草图实体进行阵列, 阵列数目为 4, 阵列草图实体, 如图 2-103 所示。

(9) 保存草图。单击“退出草图”按钮, 单击“快速访问”工具栏中的“保存”按钮, 将文件保存为“气缸体截面草图.sldprt”, 最终生成的气缸体截面草图如图 2-104 所示。

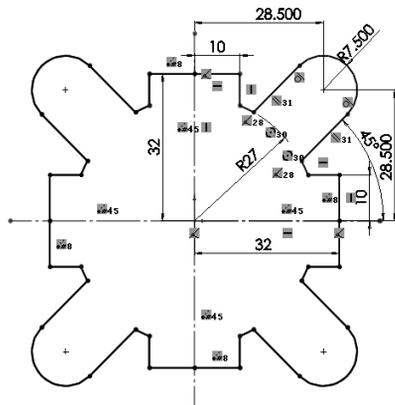


图 2-103 阵列草图实体

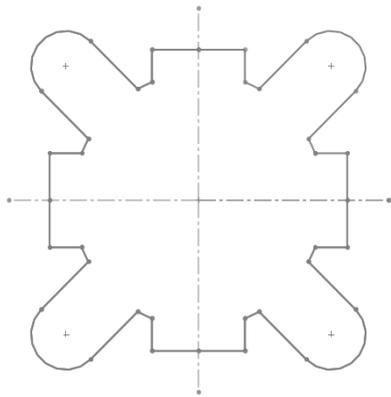


图 2-104 最终生成的气缸体截面草图



Note

2.8.2 实例——连接片截面草图

在本实例中, 将利用草图绘制工具绘制如图 2-105 所示的连接片截面草图。由于图形关于竖直坐标轴对称, 因此先绘制除圆以外的关于轴对称部分的实体图形, 利用镜向方式进行复制, 然后调用“圆”命令绘制大圆和小圆, 并将均匀分布的小圆进行环形阵列, 尺寸的约束在绘制过程中完成。

操作步骤:

(1) 新建文件。启动 SOLIDWORKS 2024, 选择菜单栏中的“文件”→“新建”命令, 或者单击“快速访问”工具栏中的“新建”按钮, 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, 进入零件设计状态。

(2) 设置基准面。在特征管理器中选择前视基准面, 此时前视基准面变为绿色。

(3) 绘制中心线。选择菜单栏中的“插入”→“草图绘制”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“草图绘制”按钮, 进入草图绘制界面。选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“中心线”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“中心线”按钮, 绘制水平和竖直的中心线。

(4) 绘制草图。单击“草图”选项卡中的“直线”按钮和“圆”按钮, 绘制如图 2-106 所示的草图。

(5) 标注尺寸。单击“草图”选项卡中的“剪裁实体”按钮, 修剪多余圆弧线, 单击“草图”选项卡中的“智能尺寸”按钮, 进行尺寸标注, 如图 2-107 所示。

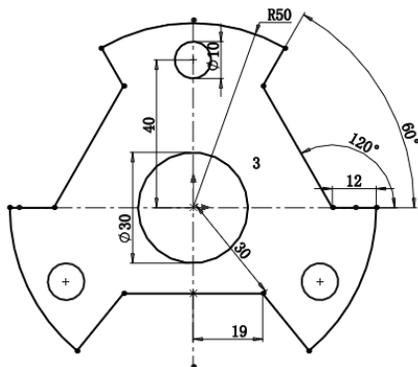


图 2-105 连接片截面草图

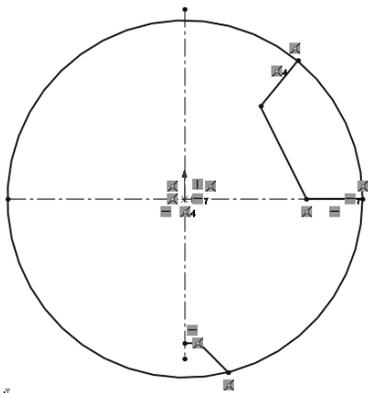


图 2-106 绘制草图 1

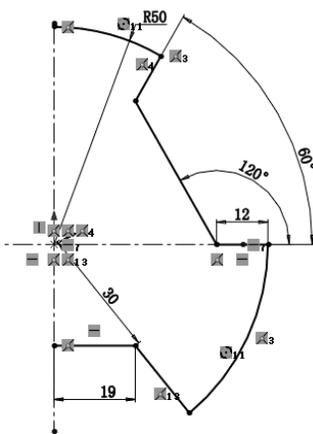


图 2-107 尺寸标注

(6) 镜向图形。单击“草图”选项卡中的“镜向实体”按钮, 选择竖直线右侧的实体图形作为复制对象, 镜向轴为竖直中心线段, 进行实体镜向, 镜向实体图形如图 2-108 所示。

(7) 绘制草图。选择菜单栏中的“工具”→“草图绘制实体”→“圆”命令, 或者单击“草图”选项卡中的“圆”按钮, 绘制直径分别为 10mm 和 30mm 的圆, 并单击“智能尺寸”按钮, 确定位置尺寸, 如图 2-109 所示。

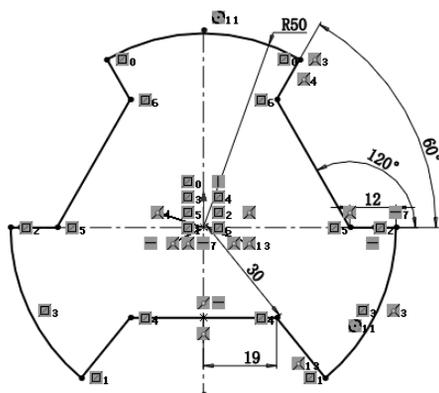
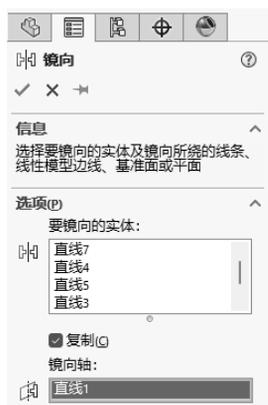


图 2-108 镜向实体图形

(8) 圆周阵列草图。单击“草图”选项卡中的“圆周草图阵列”按钮, 选择直径为 10mm 的小圆, 阵列数目为 3, 圆周阵列草图如图 2-110 所示。

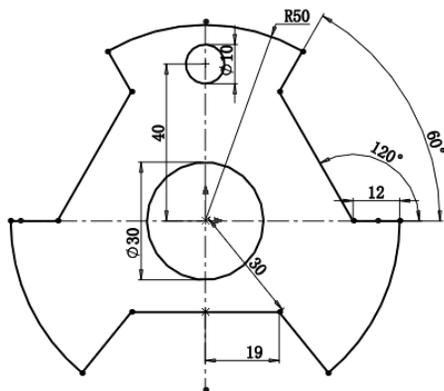


图 2-109 绘制草图 2

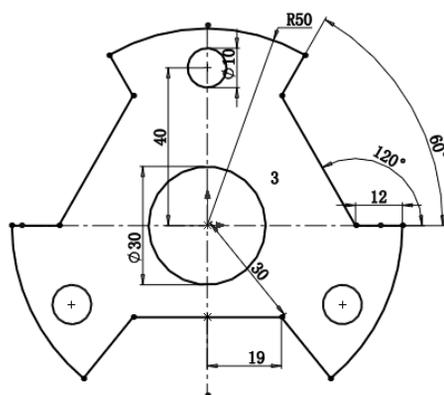


图 2-110 圆周阵列草图

(9) 保存草图。单击“快速访问”工具栏中的“保存”按钮, 保存文件。

2.9 实践与操作

2.9.1 绘制角铁草图

本实践将绘制如图 2-111 所示的角铁草图。

操作提示:

- (1) 选择零件图标, 进入零件图模式。
- (2) 选择前视基准面, 单击“草图绘制”按钮, 进入草图绘制模式。
- (3) 利用“直线”和“圆角”命令, 绘制草图。
- (4) 利用“智能尺寸”命令标注尺寸, 绘制的流程如图 2-112 所示。

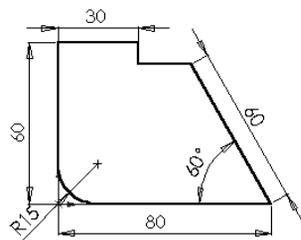


图 2-111 角铁草图



Note

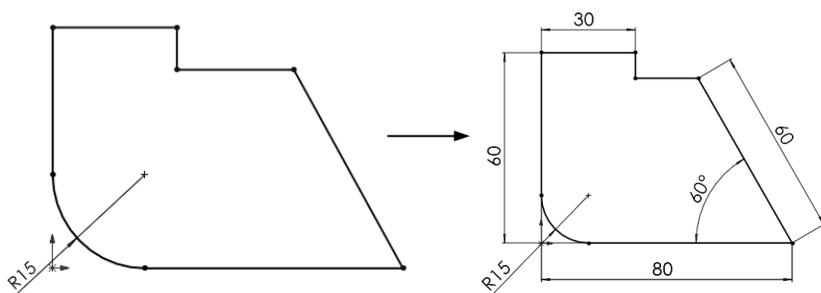


图 2-112 角铁草图绘制流程图

2.9.2 绘制底座草图

本实践将绘制如图 2-113 所示的底座草图。

操作提示：

(1) 在新建文件对话框中选择零件图标，进入零件图模式。

(2) 选择前视基准面，单击“草图绘制”按钮, 进入草图绘制模式。

(3) 利用“中心线”命令，过原点绘制中心轴；单击“圆心/起/终点画弧”按钮分别绘制图中两段圆弧 R130mm 和 R80mm；选择“圆”命令，绘制两个 $\Phi 75$ mm 的圆；利用“直线”命令，绘制直线连接圆弧 R130mm 和 R80mm。利用“圆角”命令，绘制 R20mm 的圆角。

(4) 利用“几何关系”命令，选择图示圆弧、圆、直线，保证其同心、相切的关系。

(5) 利用“智能尺寸”命令标注尺寸，绘制的流程如图 2-114 所示。

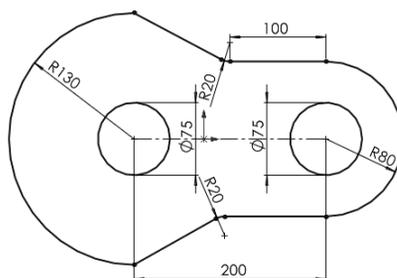


图 2-113 底座草图

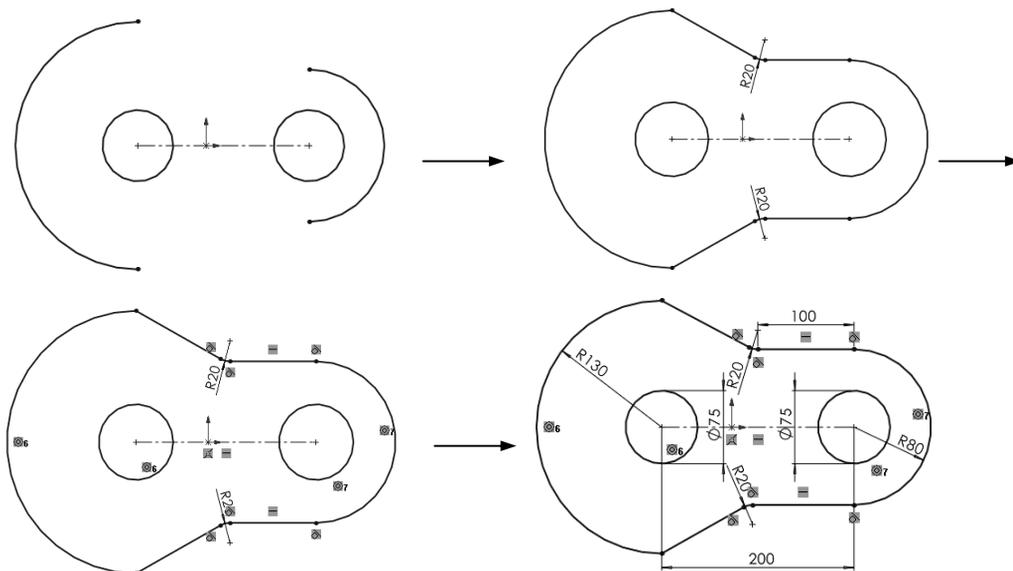


图 2-114 底座草图绘制流程图