



张晋西 蔡 维 谭 芬 编著

SolidWorks Motion

机械运动仿真实例教程

清华大学出版社

SolidWorks Motion

机械运动仿真实例教程

张晋西 蔡维 谭芬 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

全书分为两部分,第一部分简单介绍 SolidWorks 2012 及其运动仿真内部插件 Motion 基础知识,第二部分以大量实例介绍 SolidWorks Motion 机构运动仿真。每个例题先介绍该机构的工作原理,然后详细绘制所有零件的三维模型,完成三维装配,建立仿真模型并进行仿真,得到三维仿真动画,以及用图形、数据等方式显示的运动轨迹、位移、速度、加速度、作用力等仿真结果,并进行分析解释。

本书对基础知识的介绍简明扼要,可以帮助零起点的读者快速入门。所选择的实例均为机械设计中的典型案例,具有实用价值。随书附赠的光盘给出了书中所有设计仿真实例的原始文件。

本书可作为高等院校教材并可供机械类技术人员使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks Motion 机械运动仿真实例教程/张晋西,蔡维,谭芬编著.--北京:清华大学出版社,2013
ISBN 978-7-302-33991-5

I. ①S… II. ①张… ②蔡… ③谭… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—教材
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 227631 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14.75 字 数:353 千字
(附光盘 1 张)

版 次:2013 年 12 月第 1 版 印 次:2013 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

产品编号:049922-01

前言

SolidWorks 是美国 SolidWorks 公司推出的一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD 软件,该软件自问世以来,以其功能强大、易学易用、操作简便等特点,大大提高了工程师的设计效率,在业界具有极高声誉。在我国,SolidWorks 在企业中的应用非常广泛,许多高等院校也将其列为学生必学软件,是当前最优秀的三维 CAD 软件之一。

SolidWorks 2012 版在运动仿真内容上,其最大变化是插件采用了新的 SolidWorks Motion,这是一款内部自带插件,SolidWorks 2012 安装完毕后即可运行,不必像老版本那样需另外安装外部运动仿真插件 COSMOSMotion,且在界面上有较大区别,功能也更强大。

本书分为上篇和下篇。上篇共 3 章,介绍 SolidWorks 2012 操作界面、草图绘制、装配体绘制,以及 SolidWorks 内部运动仿真插件 Motion 的基础知识。下篇共 15 章,采用实例介绍 SolidWorks 2012 Motion 机构运动仿真,每个例题首先介绍该机构的工作原理,然后详细绘制所有零件的三维模型,完成三维装配,建立仿真模型并进行仿真,得到三维仿真动画,以及用图形、数据等方式显示的运动轨迹、位移、速度、加速度、作用力等仿真结果,并进行分析解释。各章相对独立,互不影响。

SolidWorks 2012 Motion 可以对装配体中的任意零件进行有限元力学分析,该功能是 SolidWorks 2012 的一个突出亮点,不需要进行复杂的有限元设置,就可以直接获得机械运动到任意位置时零件的应力,判断强度是否安全。这一点对机械设计非常有用,尤其适合缺少有限元基础的读者,因此在本书第 17 章用实例专门进行了介绍。第 18 章用实例介绍了 SolidWorks Motion 高级功能基于事件的运动分析,该方法通过设计运动控制策略,采用时间、传感器、任务等方式触发事件,完成对机器的控制操作。

本书对大学生学习、毕业设计和课外科技活动,以及工程技术人员的产品设计、技术创新,都将有所帮助。随书附赠的光盘给出了书中所有设计仿真实例的原始文件,读者可以打开对其进行修改补充,得到自己需要的设计。

由于作者水平有限,疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。作者电子邮箱: zjx2002cq@sina.com。

作 者

2013 年 8 月于重庆理工大学

目 录

CONTENTS

上篇 SolidWorks Motion 基础

第 1 章 SolidWorks 2012 应用快速入门	3
1.1 SolidWorks 2012 界面介绍	3
1.1.1 界面简介	3
1.1.2 工具栏的设置	5
1.1.3 SolidWorks 2012 的按键操作	6
1.2 2D 草图绘制	9
1.2.1 草图的创建	9
1.2.2 基本图形的创建	11
1.2.3 智能尺寸标注	21
1.2.4 几何关系	23
1.3 3D 特征造型	24
1.3.1 基本概念	24
1.3.2 草绘特征	24
1.3.3 放置特征	29
1.3.4 特征编辑	35
第 2 章 装配	37
2.1 建立装配体文件	37
2.1.1 零件装配步骤	37
2.1.2 插入零部件	38
2.1.3 定位零部件	38
2.1.4 删除零部件	39
2.1.5 零部件装配	40
2.2 常用配合方法	41
2.3 干涉检查	41
2.4 装配实例——椭圆规机构	42
第 3 章 运动仿真 SolidWorks Motion	45
3.1 SolidWorks Motion 运动仿真界面介绍	45

3.2 添加驱动	47
3.3 添加力	48
3.4 弹簧	49
3.5 阻尼	51
3.6 3D 接触与碰撞	51
3.7 结果和图解	53

下篇 机械运动仿真实例

第 4 章 凸轮机构运动仿真	57
4.1 工作原理	57
4.2 零件造型	57
4.3 装配	59
4.4 仿真	60
4.4.1 添加马达	61
4.4.2 仿真参数设置	61
4.4.3 曲线接触运动仿真	61
4.4.4 实体接触动力学仿真	63
第 5 章 单缸内燃机	65
5.1 工作原理	65
5.2 零件造型	65
5.3 装配	71
5.4 仿真	73
5.4.1 添加马达	73
5.4.2 添加载荷	74
5.4.3 仿真求解	74
第 6 章 直齿轮、斜齿轮及圆锥齿轮造型与运动模拟	78
6.1 工作原理	78
6.2 直齿轮造型与仿真	79
6.2.1 零件造型	79
6.2.2 装配	82
6.2.3 仿真	83
6.3 斜齿轮造型与仿真	86
6.3.1 零件造型	86
6.3.2 装配	87
6.3.3 仿真	89
6.4 圆锥齿轮造型与仿真	90

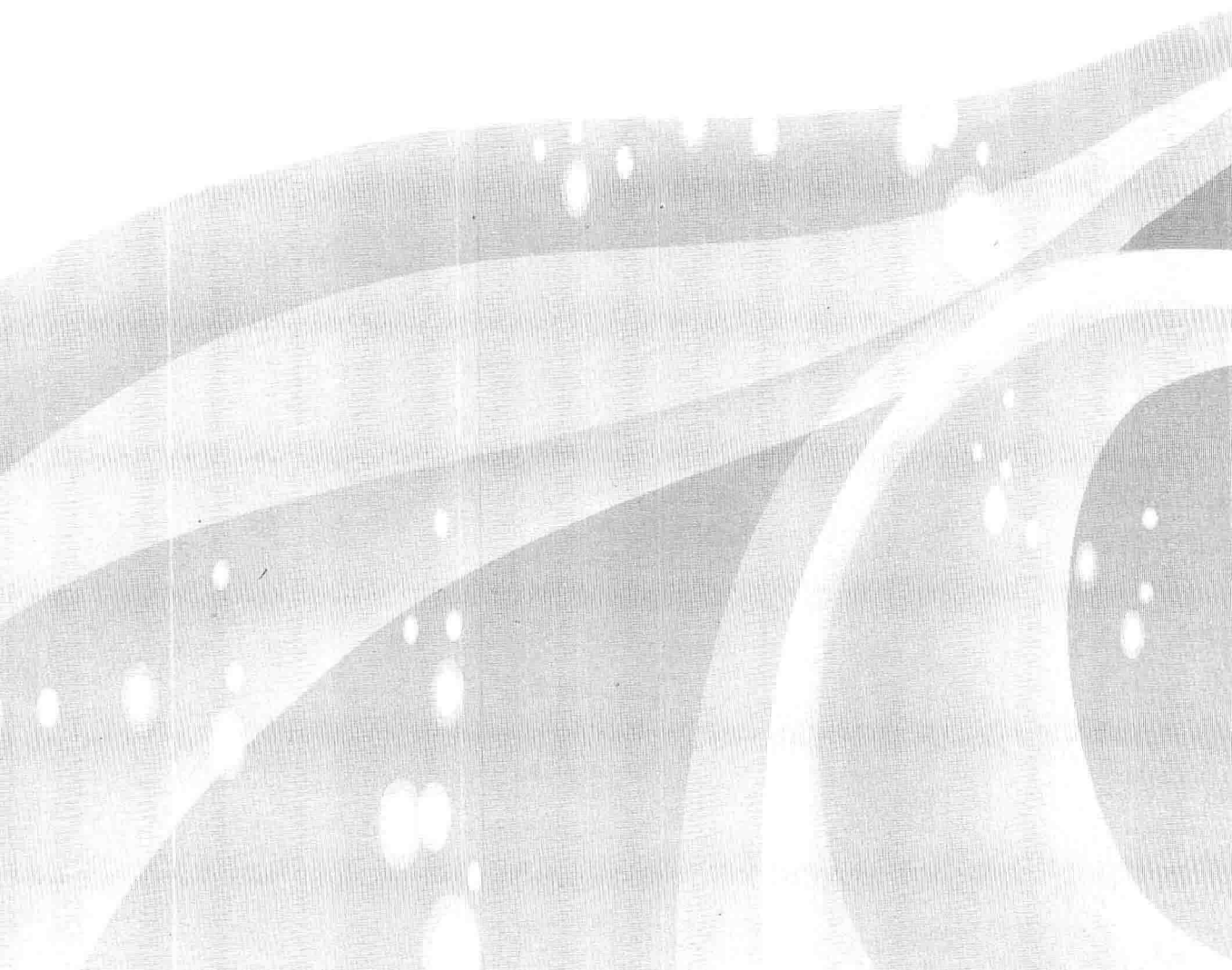
6.4.1 零件造型	90
6.4.2 装配	91
6.4.3 仿真	92
第 7 章 按给定运动轨迹反求凸轮轮廓机构	95
7.1 工作原理	95
7.2 零件造型	96
7.3 装配	97
7.4 仿真	98
7.4.1 反求凸轮轮廓	99
7.4.2 验证运动轨迹	101
第 8 章 牛头刨床机构设计	104
8.1 工作原理	104
8.2 零件造型	105
8.3 装配	108
8.4 仿真	110
8.4.1 添加马达	110
8.4.2 仿真求解	111
第 9 章 夹紧机构模拟	114
9.1 工作原理	114
9.2 零件造型	115
9.3 装配	116
9.4 仿真	118
第 10 章 飞剪机构	123
10.1 工作原理	123
10.2 零件造型	123
10.3 装配	126
10.4 仿真	128
10.4.1 添加驱动力矩	128
10.4.2 添加接触	129
10.4.3 仿真求解	129
第 11 章 机构的死点与自锁模拟	132
11.1 死点与自锁分析	132
11.2 曲柄摇杆机构死点模拟	133
11.2.1 零件造型	133

11.2.2	装配	133
11.2.3	仿真	134
11.3	压榨机机构自锁模拟	137
11.3.1	零件造型	137
11.3.2	装配	138
11.3.3	仿真	138
第 12 章	汽车转向与行驶	142
12.1	工作原理	142
12.2	零件造型	143
12.3	装配	148
12.4	仿真	151
12.4.1	汽车转向机构仿真	151
12.4.2	汽车行驶仿真	153
第 13 章	汽车差速器	159
13.1	工作原理	159
13.2	零件造型	160
13.3	装配	166
13.4	仿真	168
13.4.1	添加马达	168
13.4.2	汽车转弯差速仿真	168
第 14 章	汽车刹车机构	172
14.1	工作原理	172
14.2	零件造型	172
14.3	装配	175
14.4	仿真	177
第 15 章	洗瓶机	183
15.1	工作原理	183
15.2	零件造型	184
15.3	装配	186
15.4	仿真	188
第 16 章	电影抓片机构	191
16.1	工作原理	191
16.2	零件造型	191
16.3	装配	194

16.3.1 槽轮造型及装配	194
16.3.2 总体装配	196
16.4 仿真	197
第 17 章 运动仿真与装配体中零件有限元分析	201
17.1 SolidWorks Simulation 的使用	201
17.1.1 创建新算例	201
17.1.2 定义材料	202
17.1.3 添加夹具	202
17.1.4 施加载荷	203
17.1.5 划分网格	204
17.1.6 运行求解与查看结果	205
17.2 装配体任意零件有限元快速分析	206
第 18 章 基于事件的运动分析	209
18.1 事件分析过程	209
18.2 基于事件的运动分析实例	210
18.2.1 零件造型	210
18.2.2 装配	211
18.2.3 仿真	213

上篇

SolidWorks Motion基础



SolidWorks 2012 应用快速入门

SolidWorks 是基于 Windows 系统的三维 CAD 软件,采用的是用户非常熟悉的 Windows 图形用户界面。该软件以其易学易用、价格适中、性能优越、界面亲和性高的优点,得到业界一致好评。本章通过对 SolidWorks 2012 界面和基础知识的介绍,让读者对 SolidWorks 2012 有一个基本认识和了解。

1.1 SolidWorks 2012 界面介绍

SolidWorks 2012 充分利用 Windows 的优秀界面资源,为用户提供了美观、简便、操作人性化的崭新窗口式界面。这个全新的用户界面能让初学者很快地适应,有效地提高学习效率。下面对 SolidWorks 2012 的新界面作一简单介绍。

1.1.1 界面简介

运行 SolidWorks 2012,选择零件文件类型,零件编辑状态下的界面如图 1.1 所示。其用户界面包括菜单栏、工具栏、绘图区和状态栏等通用界面要素,其大部分命令都可以通过菜单栏来执行。用户可以根据需要自定义工具栏,既可以显示或隐藏工具栏中的按钮,还可以重新安排工具栏中按钮的位置。在 SolidWorks 2012 中可以建立 3 种不同类型的文件:零件文件、装配体文件和工程图文件。不同文件类型所对应的用户界面也有所不同,这样便于用户对不同类型的文件进行编辑操作。

下面对零件编辑状态下的界面作一具体介绍,如图 1.1 所示。

(1) 菜单栏:包含文件、编辑、视图、插入、工具、窗口、帮助等菜单。单击任一个菜单按钮就会出现相应的下拉子菜单,然后选择所需要的命令即可。

(2) 标准工具栏:与其他 Windows 程序一样,标准工具栏中的按钮用于对文件执行新建、打开、保存、打印等基本操作。

(3) 快速工具栏:用于放置常用工具。用户可以根据个人绘图习惯选择要放置的工具,并设置工具的放置位置。虽然不能将所有命令都设置在快速工具栏内,但可以有效减少调用一般常用工具的次数,提高工作效率。

(4) 前导视图工具栏:包含了所有和视图有关的工具,便于用户进行视图操作。

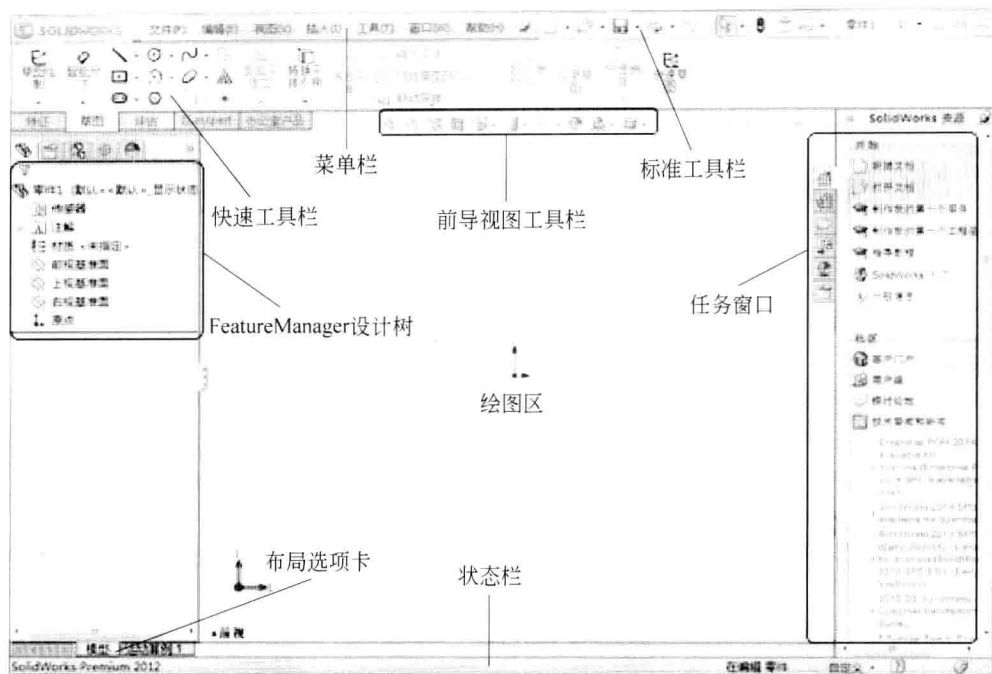


图 1.1 SolidWorks 2012 零件编辑界面

(5) FeatureManager 设计树：又叫特征管理器，用于显示建模操作过程的所有步骤和顺序，对于不同的文件类型其内容是不同的。当建好一个特征后，该特征将自动加入到特征管理器中。通过对特征管理器的管理，用户可以方便地对模型进行设计和修改。

(6) 任务窗口：如图 1.1 所示，在 SolidWorks 2012 中，右侧即为任务窗口，该区域包含以下选项卡。

① SolidWorks 资源()：包含新建文档、打开文档、指导教程、新增功能等。

② 设计库()：在此可以方便地调用标准零部件，也可将设计好的零部件添加到设计库，供以后调用。

③ 文件探索器()：与 Windows 的资源管理器类似，并加上了最近在 SolidWorks 2012 中打开的文件(最近文档)。

④ 视图调色板()：用于指定要拖动到工程图图纸上的各种视图，如：标准视图、剖面视图、注解视图等。

⑤ 外观、布景和贴图()：通过拖动来设置模型的外观、布景和贴图。设置方法是，在任务窗格里找到要设置的外观、布景或贴图，然后将其拖动到模型或 FeatureManager 设计树中。

⑥ 自定义属性()：用于定义或编辑当前零件的属性。

(7) 绘图区：SolidWorks 最常用区域，用于进行零件设计、制作装配体、绘制工程图的工作区域。

(8) 布局选项卡：用于切换不同模块的操作界面。默认的有“模型”和“运动算例 1”两个布局。

(9) 状态栏：用于显示当前操作的提示语句和正在编辑工作的模式，如果绘图时不知

道下一步如何操作,可以在此获得提示。

1.1.2 工具栏的设置

工具栏按钮是常用工具的快捷方式。由于 SolidWorks 2012 功能十分强大,内容十分丰富,所对应的工具栏也非常多,因此在 SolidWorks 界面中不可能显示所有的工具栏。用户可以通过对工具栏的设置来显示常用的工具栏,这样能有效提高模型的设计效率。SolidWorks 2012 的设计也非常人性化,它为工具栏的设置问题提供了专门的解决方案——既可以自定义工具栏,还可以自定义单个工具栏中的按钮。

1. 自定义工具栏

自定义工具栏的方法为:

(1) 启动 SolidWorks 2012,打开一个零件、装配体或工程图文件。

(2) 单击菜单栏中的【工具】或者在工具栏的空白处右击,然后选择【自定义】命令,弹出的【自定义】对话框如图 1.2 所示。在【工具栏】选项卡中选中想要显示的工具栏前的复选框,或者取消选中想要隐藏的工具栏前的复选框。



图 1.2 【自定义】对话框

如果显示的工具栏位置不理想,可以将光标移到工具栏上按钮间的空白位置处,然后将其拖动到合适的位置。工具栏还可以通过拖动的方式固定到 SolidWorks 2012 窗口的边缘。若选中图 1.2 右边【大图标】前的复选框,界面就会以大尺寸显示工具栏按钮;若选中

【显示工具提示】前的复选框,当光标移到工具按钮时就会自动出现对此工具的说明。

2. 自定义工具栏按钮

通过自定义命令,还可以对工具栏中的按钮进行自定义,如为工具栏添加按钮,将不常用的按钮从工具栏删除等。其操作方法如下。

(1) 单击菜单栏中的【工具】或者在工具栏的空白处右击,然后选择【自定义】命令,弹出【自定义】对话框。单击【命令】选项卡,如图 1.3 所示。



图 1.3 【自定义】对话框的【命令】选项卡

(2) 在【类别】列表框中选择要改变的工具栏。

(3) 在右边的【按钮】列表框中选择要使用的按钮图标,将其拖动到界面工具栏上合适的位置,即可为工具栏增加命令。

(4) 若想删除工具栏中的按钮,只需在图 1.3 所示对话框显示的状态下,将要删除的按钮图标拖出工具栏即可。

(5) 自定义结束后,单击【确定】按钮。

1.1.3 SolidWorks 2012 的按键操作

1. 鼠标按键操作

三键鼠标是学习 CAD 软件必不可少的工具,掌握其各键的作用是必修的基本功。下面将具体介绍三键的作用。

(1) 左键：用于选取对象，如点、线、面等。

(2) 中键：中键对于 SolidWorks 来说非常重要，其用途很多，这就是为什么要选择三键鼠标的原因。

① 滚动中键，可以将模型以光标所在位置为中心任意缩放。

② 按住中键不放，可以任意旋转模型。

③ Shift 键+中键，相当于 ZOOM In 和 ZOOM Out 功能，即以全图为中心任意缩放图形。

④ Ctrl 键+中键，相当于 PAN 的功能，任意平移图形。

(3) 右键：单击右键(简称右击)会出现一个快捷菜单，菜单中包含一些常用命令，一般的操作都能通过右键实现。在建模时，多用右键能有效缩短绘图时间。此外，右键还有一个重要的功能，它也是 SolidWorks 所特有的功能，即在绘图区按住右键向上下左右任一方向移动，绘图区就会出现一个带 4 种视图方式的圆环，当光标移到其中一个视图方式上时，图形就会以该种视图方式显示。例如，选择上视方式显示图形，如图 1.4 所示。

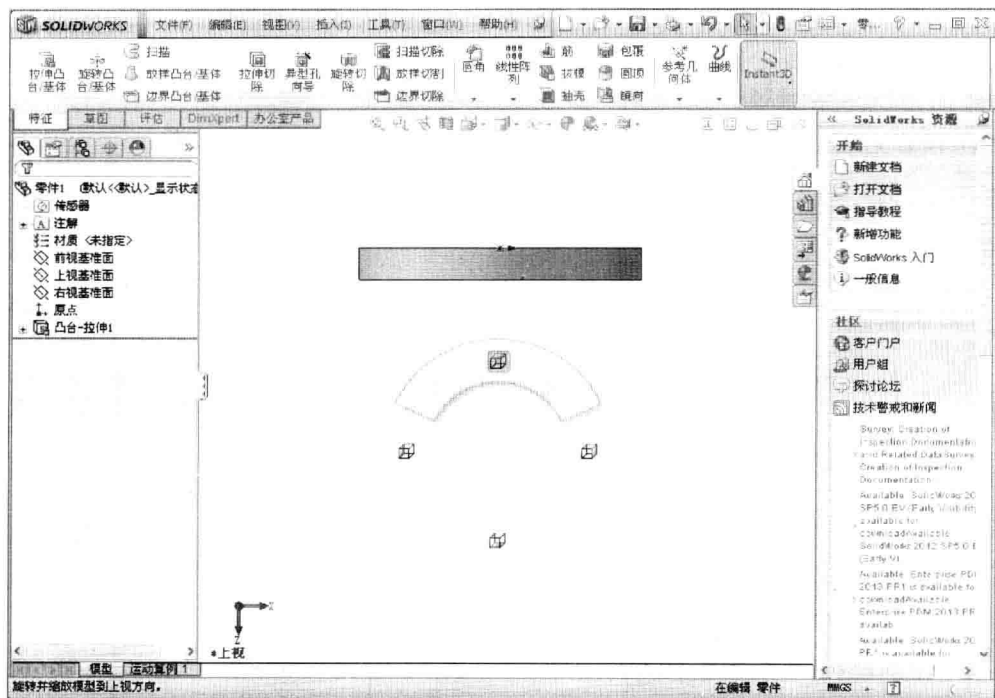


图 1.4 上视图

2. 常用快捷键

用户在学习该软件时，不仅要学会怎样使用，还要考虑怎样提高工作效率。通过使用快捷键，能有效缩短建模时间，从而提高工作效率。快捷键可以是单键，也可以是组合键。表 1.1 给出了一些系统默认的常用快捷键。

此外，用户还可以通过自定义来设置快捷键。其操作步骤如下。

(1) 选择【工具】/【自定义】，或在工具栏处右击，然后在弹出的快捷菜单中选择【自定义】。

表 1.1 常用快捷键

按 键	作 用	按 键	作 用
Ctrl+N	新建	Ctrl+F	查找/替换
Ctrl+O	打开	Ctrl+Q	强制重新生成
Ctrl+W	关闭	Ctrl+R	重画
Ctrl+S	保存	Shift+Z	放大
Ctrl+P	打印	Z	缩小
Ctrl+Z	撤销	F	整屏显示全图
Ctrl+A	选择所有	Delete	删除
Ctrl+X	剪切	Esc	在草图绘制中用于中断命令的运行
Ctrl+C	复制	Home	滚动到 FeatureManager 树顶端
Ctrl+V	粘贴	End	滚动到 FeatureManager 树底端
Ctrl+B	重建模型	G	放大镜

- (2) 在【自定义】对话框中选择【键盘】选项卡,如图 1.5 所示。
- (3) 将【类别】处设置为【所有命令】,然后在下面列表中对要设置快捷键的命令进行操作,如添加、删除快捷键等。
- (4) 设置完成后,单击【确定】按钮退出【自定义】对话框。



图 1.5 【自定义】对话框的【键盘】选项卡