

SolidWorks 机械设计实战系列教程

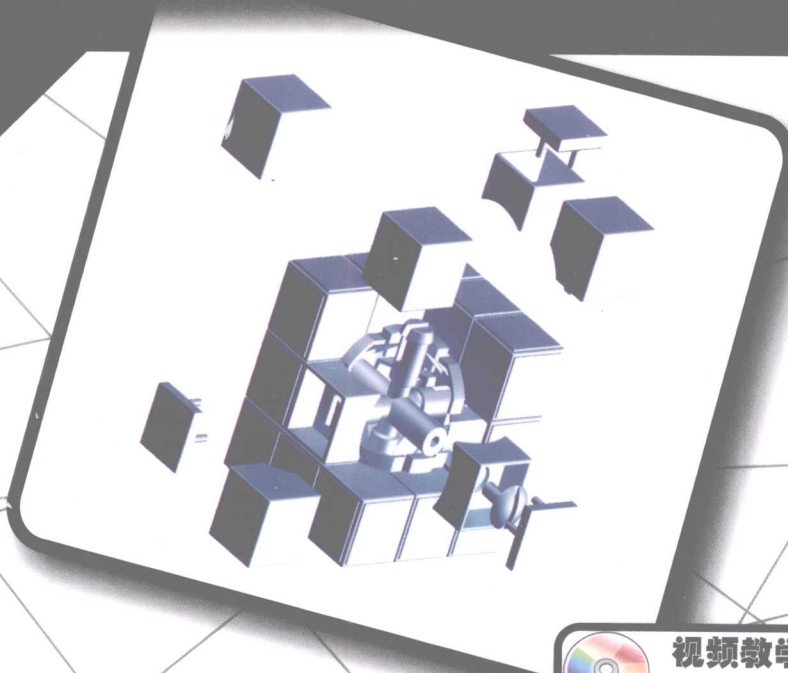
SolidWorks

初学者实战教程

—— 魔方、虎钳、 减速器设计

段建中 冯利 郝魁 编著

照猫画虎学软件 设计
实战演练学设计



视频教学引导
素材文件支持



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

SolidWorks 机械设计实战系列教程

SolidWorks 初学者实战教程 ——魔方、虎钳、减速器设计

段建中 冯利 郝魁 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书作为初学者入门教材,以实测的三阶魔方、虎钳和减速器机械产品为案例,详细讲解了SolidWorks2008零件造型、装配造型和工程图绘制。这3种机械产品结构相对较简单,且设计任务、产品结构描述清楚,操作步骤分解详尽,有利于机械设计经验不多的初学者作为学习和练习对象。同时将SolidWorks的渲染等功能以及一些操作技巧贯穿在零部件设计和装配的过程中。

随书所附光盘提供了魔方、虎钳和减速器的所有零件造型(.SLDPRT格式)、装配体造型(.SLDASM格式)的源文件,可供读者学习时参考。

本书以案例驱动的软件学习模式编写,不但能使读者轻松地掌握软件的各种功能,而且学习软件的过程本身也是一个机械设计能力的训练过程,可达到一箭双雕的目的,尤其是对初学者大有裨益。本书可作为各类院校软件培训教材及机械设计从业人士的自学教程。

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 初学者实战教程——魔方、虎钳、减速器设计 / 段建中, 冯利, 郝魁编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.8

(SolidWorks 机械设计实战系列教程)

ISBN 978-7-121-09253-4

I. S… II. ①段…②冯…③郝… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, SolidWorks 2008—教材
IV. TP TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第116925号

责任编辑: 陈韦凯 特约编辑: 钟永刚

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

装 订: 北京中新伟业印刷有限公司

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: 17.75 字数: 455千字

印 次: 2009年8月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 42.00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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

“SolidWorks 机械设计实战系列教程”

丛书序言

这套丛书共 4 本，其中三维实体设计 2 本、有限元分析 1 本、三维动画设计 1 本。它们是写给那些从来没有接触过三维设计软件的读者以及那些使用过其他 CAD 软件但不熟悉 SolidWorks 的读者。读者或许是技术工人、在校大学生、技校学生乃至习惯于手工画图的年长工程师。我相信，只要具有初级计算机操作技能、机械制图及基本机械设计背景的任何读者通过本书的训练，就会在短时间内“上手”，即用 SolidWorks 完成你们的设计任务。当然，前提是必须一丝不苟地完成本书中的所有实战演练，在自学的情况下这大约需要 1~2 周时间。

那么，这套丛书有什么“高明”之处呢？

(1) 我相信这样的原则：初学者学习软件最快捷、最省事的办法是“照猫画虎”。也就是说，初学者用不着先问为什么，尽管按照书中实例的操作步骤一步一步地往前“走”，当画完一些零件或装配体后，就会逐渐地从“知其然”变成“知其所以然”。这是我从自己多年的教学和培训实践中总结出来的经验，相信对你有效。你也许会认可这样的说法：一个从来没下过象棋的人，教官如果只给他（她）讲象棋的理论或棋谱，他（她）一定会觉得莫名其妙，学了半天什么也没学到。

(2) 这套丛书选择的设计对象有初学者熟知的机械产品（如魔方、减速器等）；也有经过市场考验、结构相对比较复杂的柴油机油泵。前者用不着很专业的机械设计知识，同时也很有趣。当你把自己设计好的零件装配成漂亮的成品后，不但会产生小小的成就感，而且也会觉得 SolidWorks 并不难学，你甚至会产生立即设计新产品的欲望。对于有一定设计基础的读者，可采用本丛书中的柴油机油泵设计来体验较复杂的机械产品的设计乐趣。

(3) 本丛书是按“傻瓜”风格编写的，给出的画图步骤使初学者用不着费脑筋就能完成实战演练中的设计任务。这也是“照猫画虎”原则的体现。

(4) 在每一个实战演练开始前，都要介绍设计对象的原理和机械结构，这样会避免读者在设计过程中的盲目性。

本丛书中的实战演练基本上涵盖了机械设计中常用的结构零件、装配体、力学分析及动画设计。每本书的学习完成后，你会感悟到 SolidWorks 是你未来工作强有力的助手，剩下的事情就是如何提高设计速度了。

我们国家现在正向制造业强国迈进，如果不培养众多的机械设计工作者的话，这一期望将会成为泡影。而 CAD 软件的普及将会使得过去只有行业高手才能胜任的工作变得一般技术人员也容易掌握。现在，借助于软件一个职业学院的在校生就可以设计复杂的叶轮，这在手工设计时代是很难做到的。

软件改变了设计模式，其结果就是：新手成为高手的时间大大缩短，更多平均智商的设计者会创造出过去经验丰富的工程师才有可能设计的作品，未来五花八门的新设计很有可能大多出自平常人之手。“天生我才必有用”这句话在软件时代，对于那些掌握了软件使用窍门

者才会有真切的体会。因为一个机器变成实物的过程，在“构思—设计—力学分析—施工图纸—制造—试车（虚拟）”的诸环节中，除了实物以外，都要依靠软件。

对于一位在制造业使用软件多年的大学教师，处于这样的时代是十分令人激动的。我很愿意把自己的学习和教学培训经验传授给大家。高效地传播实用知识是大学教师的重要职责，我们编写这套丛书的目的就是让更多的年轻人掌握机械设计的利器，为我国的制造业培养人才做出力所能及的贡献。同时我们也希望具有这种特色写法的书能够在 SolidWorks 培训教材市场上占有一席之地。

本丛书 4 本教程的名称如下：

- Solidworks 初学者实战教程——魔方、虎钳、减速器设计
- Solidworks 机械设计实战教程——柴油机油泵设计
- Solidworks 机械设计实战教程——动画设计
- Solidworks 机械设计实战教程——有限元分析

需要说明的是，本丛书介绍的造型方法、力学分析、动画设计及其步骤不一定是简捷的。读者在学完每本教程之后，希望能提出更好的设计方案，并将结果发布在“机械设计与制造学习网（www.2mmm.net）”的“设计与加工软件”栏目，供其他的初学者参考。关于本书中的错误及不完善之处请读者反馈至：duanjz@nxu.edu.cn 或 duan_jianzhong@hotmail.com。

参与本丛书撰写工作的还有冯利、达明远、王晓阳、郝魁先生。他们几位都是 SolidWorks 的爱好者和卓有成效的使用者，其学习和设计经历充分印证了本书所倡导的 CAD 软件学习理念。此外，我的另外几位学生王康、刘富堂、张治业等同学也提供了部分造型素材，在此对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢。

段建中
2009 年 5 月

前 言

《SolidWorks 初学者实战教程——魔方、虎钳、减速器设计》是 SolidWorks 机械设计实战系列教程之一。本书分 3 个实战演练：魔方的零件设计与装配、虎钳的零件设计与装配、单级减速器的零件设计与装配。由于以上 3 个实战演练中没有涉及球面螺旋面造型的设计，故在附录 C 中给出了一个球面螺旋面的曲面造型实例演练。

本书区别于同类同书之处有以下几方面。

(1) 每个实战演练都是一个完整的机械产品的设计全过程，即从零件开始到装配。

(2) 本书从读者熟知的三阶魔方设计开始学习之旅，这一实例既用不着很多的机械设计知识，同时也很有趣。我们相信大多数魔方玩家并不一定了解魔方的内部机械结构，通过它的造型和装配，就奠定了掌握 SolidWorks 的基础。初学者在这一实战演练中不妨买一个魔方，这样有助于设计过程的顺利进行。当按书中的步骤把魔方装配成漂亮的成品后，读者甚至会产生立即设计新产品的欲望。如果有兴趣的话，读者可以自行设计四阶魔方或者将三阶魔方进行改进使其更具有商业价值。

(3) 减速器和机用平口钳的零件造型和装配涉及了轴类零件、箱体类零件、螺杆、轴承以及其他常用标准件，这些零件造型是机械工程师必须掌握的最基本的 CAD 技能。

(4) 复杂曲面的造型对刀具设计师和新型齿廓曲线（曲面）齿轮传动机构等的发明者无疑是锐利的武器。本书附录 C 通过球面螺旋面曲面造型实战演练使读者能够掌握一般复杂曲面与曲线的造型。SolidWorks 2008 的 EquationWorks 使曲线与曲面的造型更为容易。

读者只要用 1~2 周时间认真完成了本书中的所有实战演练，就可以顺利使用 SolidWorks 2008 胜任日常的设计工作。

本书可作为各类院校 SolidWorks 学习和应用的培训教材，也可作为机械设计从业人员的自学教材。

段建中 冯利 郝魁

2009 年 5 月

目 录

实战 1 三阶魔方零件设计与装配设计	1
第 1 章 魔方机械结构简介	1
1.1 三阶魔方内部结构	1
1.2 三阶魔方零件介绍	1
1.3 三阶魔方的装配过程	4
第 2 章 魔方零件设计	5
2.1 十字架	5
2.2 角色块	14
2.3 棱色块	22
2.4 中心色块外套	29
2.5 中心色块嵌体	34
2.6 十字架工程图	38
2.7 角色块工程图	43
第 3 章 魔方装配设计	49
3.1 中心色块外套→十字架	49
3.2 棱色块→中心色块外套	52
3.3 顶面装配	55
3.4 底面装配	61
3.5 中心色块嵌体装配	67
3.6 色签贴面	69
实战 2 虎钳零件设计与装配设计	72
第 4 章 虎钳机械结构简介	72
4.1 虎钳结构	72
4.2 虎钳零件介绍	73
4.3 虎钳装配操作介绍	75
第 5 章 虎钳零件设计	76
5.1 钳座	76
5.2 活动钳口	86

5.3	护口板	98
5.4	螺杆	101
5.5	螺母	110
5.6	特殊键	114
5.7	手柄	116
5.8	手柄球	119
5.9	导向键	123
5.10	定位螺钉	127
5.11	沉头螺钉	131
5.12	锁紧销	136
第 6 章	虎钳装配体设计	140
6.1	钳座与护口板装配	140
6.2	活动钳口与护口板装配	143
6.3	钳座与活动钳口装配	147
6.4	螺杆、螺母与钳座装配	152
6.5	手柄、手柄球与钳座装配	155
实战 3	单级减速器零件设计与装配设计	160
第 7 章	单级减速器机械结构简介	160
7.1	减速器结构	160
7.2	减速器部分零部件图示	160
第 8 章	单级减速器零部件设计与装配	162
8.1	上箱盖	162
8.2	下箱盖	178
8.3	其他零件	194
8.4	低速轴零件与装配	208
8.5	高速轴零件与装配	225
8.6	减速器总装配	235
附录 A	SolidWorks 2008 安装指南	241
附录 B	SolidWorks 2008 界面与操作简介	245
B.1	启动 SolidWorks 2008	245
B.2	草图工具栏命令	246
B.3	特征工具栏命令	257
B.4	装配体工具栏	266
B.5	各种形状鼠标指针的含义	269
附录 C	球面螺旋面造型	271

实战 1 三阶魔方零件设计与装配设计

第 1 章 魔方机械结构简介

作为一种智力玩具，魔方不仅是一种娱乐工具，也是一种帮助读者提高空间想象力的工具。本章将向读者介绍魔方的机械结构和组成部件，以为后续的魔方造型设计打下基础。魔方外形如图 1-1-0 所示。

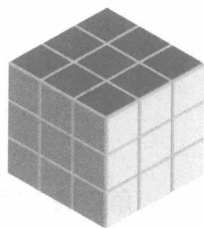


图 1-1-0

1.1 三阶魔方内部结构

大家在玩魔方的时候有可能会问：为什么魔方可以随意转动而不“散架”呢？为了回答这个问题，我们有必要解剖最常见的三阶魔方来展示其内部结构，如图 1-1-1 所示。

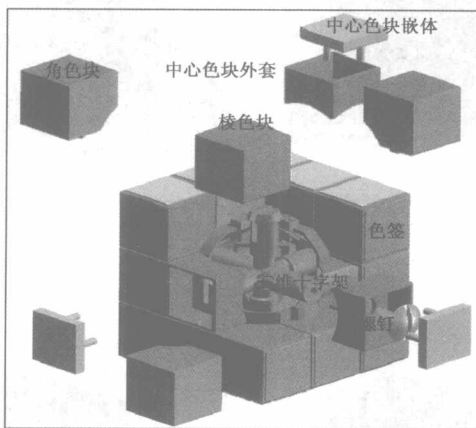


图 1-1-1

1.2 三阶魔方零件介绍

在一个三阶魔方中，如果不包括表面色签，一共有 6 种不同的零件，它们分别是：三维十字架（1 个）、角色块（8 个）、棱色块（12 个）、中心色块外套（6 个）、中心色块嵌体



(6 个)、螺钉 (2 个)。下面将每种零件的几何结构和尺寸分别予以介绍 (所有零件的壁厚均为 1mm, 圆角半径值为 0.5mm)。

1. 三维十字架 (图 1-2-1)

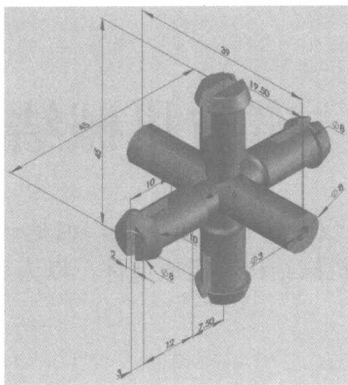
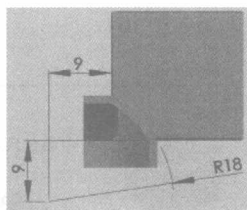
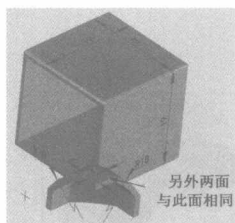


图 1-2-1

2. 角色块 (图 1-2-2)



其余两个弧面位置尺寸与此弧面相同

图 1-2-2

3. 棱色块 (图 1-2-3)

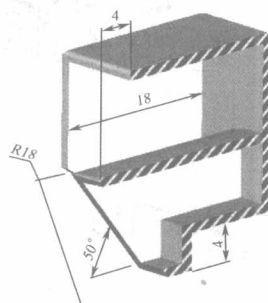
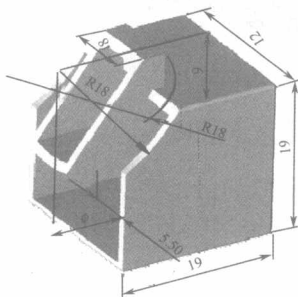


图 1-2-3



4. 中心色块外套 (图 1-2-4)

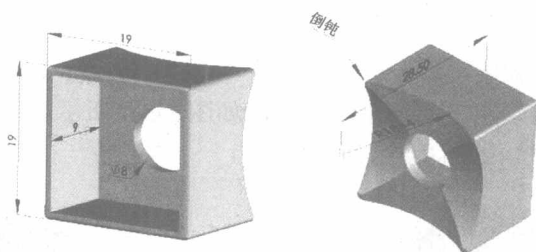


图 1-2-4

5. 中心色块嵌体 (图 1-2-5)

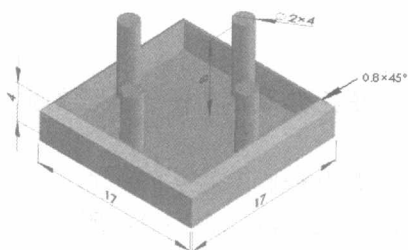








图 1-2-5

6. 螺钉 (图 1-2-6)

螺钉零件可在 Solidworks Toolbox 中调用。操作步骤为: 单击屏幕右侧任务窗口中的设计库图标  (如果该图标没有出现在屏幕右侧, 可单击“视图”菜单中的“任务窗口”选项, 则该图标即可出现), 在设计库树中双击  图标, 出现列表后双击螺栓和螺钉图标 ; 在螺栓和螺钉列表中双击木螺钉图标 , 出现木螺钉列表; 在该列表中右击开槽半沉头木螺钉图标 , 弹出菜单, 单击菜单中的“生成零件”选项 (图 1-2-7 左图), 设置参数, 单击  确定 (图 1-2-7 右图), 屏幕中显示文件名为“GB_WOOD_SCREWS_TYPE133 4X12-C.SLDPRT”的螺钉; 将该零件另存为文件名“螺钉.SLDPRT”。

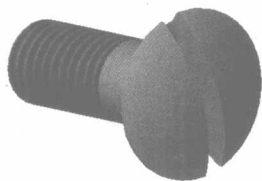


图 1-2-6

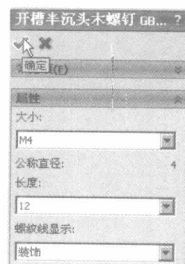
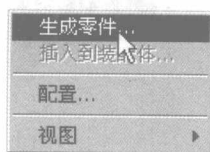


图 1-2-7



1.3 三阶魔方的装配过程

三阶魔方的装配过程如下：

- (1) 将 4 个中心块外套卡在三维十字架上，如图 1-3-1 所示。
- (2) 卡上 4 个棱色块，如图 1-3-2 所示。

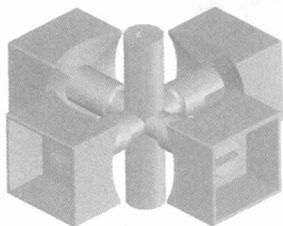


图 1-3-1

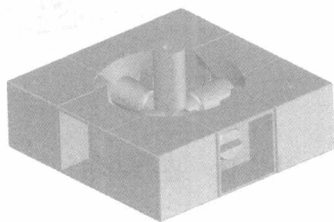


图 1-3-2

- (3) 顶面装配，依次将 4 个角色块和 4 个棱色块摆放好，将 1 个中心色块外套插入并拧入螺钉，如图 1-3-3 所示。
- (4) 使用步骤 (3) 同样的方法装配底面的 9 个色块。
- (5) 插入 6 个中心色块的嵌体，完成后如图 1-3-4 所示。

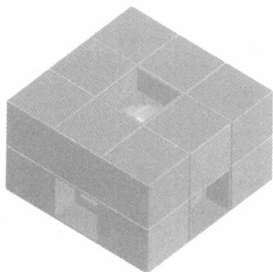


图 1-3-3

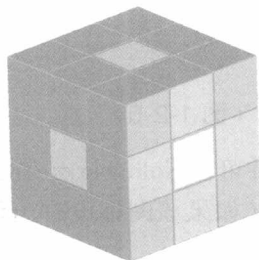


图 1-3-4

- (6) 将 6 种不同颜色的色签贴于每个面，即可完成一个魔方的装配，如图 1-3-5 所示。

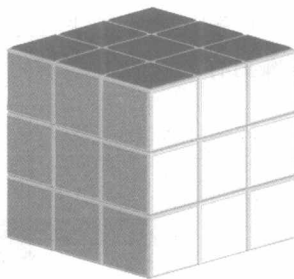


图 1-3-5

第2章 魔方零件设计

2.1 十字架

图 2-1-0 为十字架三维实体图及其尺寸（未标注尺寸将在草图绘制中说明），其绘制过程介绍如下。

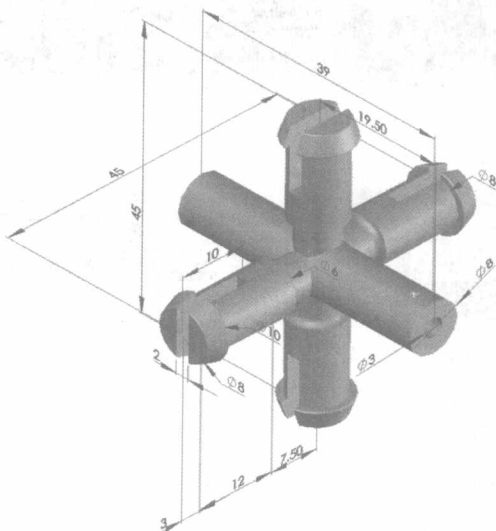



图 2-1-0



步骤一：运行 SolidWorks


双击桌面上的快捷图标，运行 SolidWorks（以下简称 SW）。

步骤二：新建零件图

新建一零件造型文件。单击标准工具栏上的新建图标，弹出如图 2-1-1 所示画面。双击“零件”图标，或单击“零件”图标后再单击“确定”按钮，出现如图 2-1-2 所示零件造型的空白文件界面。

步骤三：绘制草图 1

① 在 SW 界面的左快捷设计树的前视基准面上单击鼠标右键，选择草图绘制图标创建草图，如图 2-1-3 所示。或者先单击前视基准面，再单击工具栏内的草图绘制图标。

② 单击圆绘制图标，单击坐标原点绘制一个任意大小的圆，如图 2-1-4 所示。

③ 点选该圆，并在左栏圆绘制特征树中设置半径为 4mm，如图 2-1-5、图 2-1-6 所示。

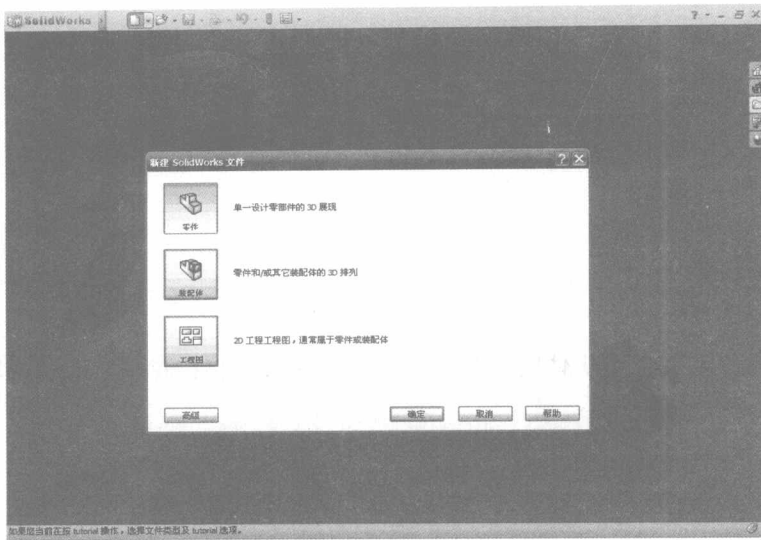


图 2-1-1

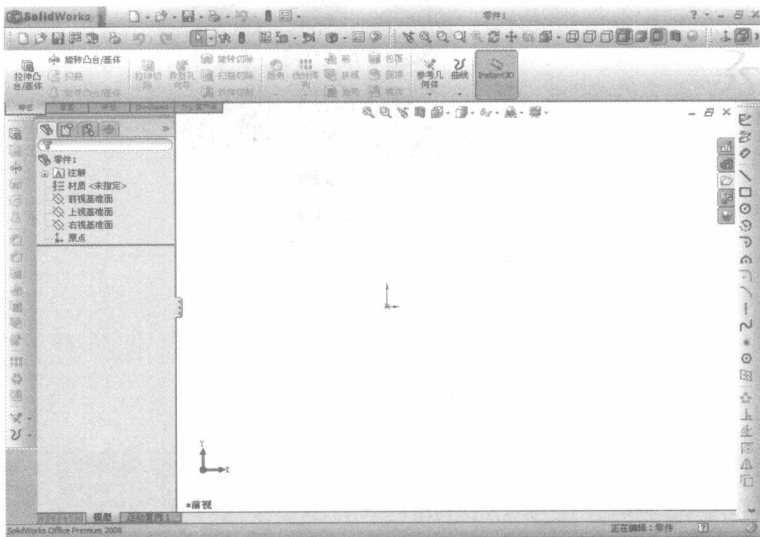


图 2-1-2

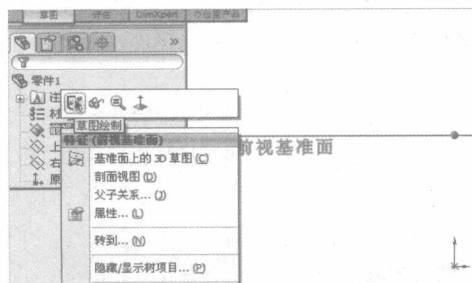


图 2-1-3



注：绘制草图的时候，可以选择前、上、右三个基准面的任意一个，前提是在后面的零件造型过程中，能分清需要在哪个基准面上进行操作。

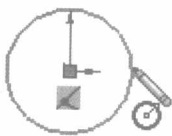


图 2-1-4



图 2-1-5

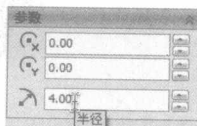





图 2-1-6

注：图 2-1-6 中 3 个参数设置选项由上而下依次为圆心在 X 轴上的坐标，圆心在 Y 轴上的坐标，所绘圆半径。

步骤四：拉伸 1

在步骤三的基础上，选择特征属性栏内的拉伸凸台/基体图标  或单击工具栏中拉伸凸台/基体图标 。方向选择为两侧对称，拉伸厚度为 39mm（图 2-1-7）。单击图标 （确定按钮），拉伸操作结束，如图 2-1-8 所示。

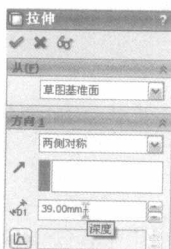


图 2-1-7

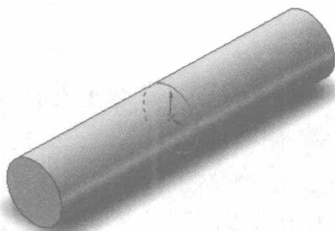


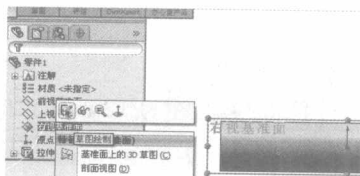


图 2-1-8

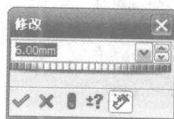
注：拉伸凸台/基体中常用到的是给定深度，成型到一面或者实体，两侧对称。拉伸凸台/基体是在所有造型过程中使用频率最高的一种命令，也是最实用与最基本的命令。完全掌握这项命令，是熟练运用 SW 必不可少的条件。

步骤五：绘制草图 2

- ① 单击标准视图图标 ，选择  左视 图标。
- ② 继续在右视基准面插入草图，方法类同步步骤三①，如图 2-1-9（a）所示。



(a)



(b)

图 2-1-9





③ 在 SW 坐标原点处画圆，方法与步骤三②相同；设置半径为 3mm，如图 2-1-10 所示。或先画一半径为任意大小的圆，再单击尺寸标注图标 ，单击刚才所画圆会出现尺寸修改框，设置尺寸为直径 6mm，如图 2-1-9（b）所示。



图 2-1-10

步骤六：拉伸 2

在步骤五的基础上，单击特征属性栏内的拉伸凸台/基体图标，单击方向图标，参数设置为给定深度，深度为 7.5mm，如图 2-1-11 所示，最后单击确定。

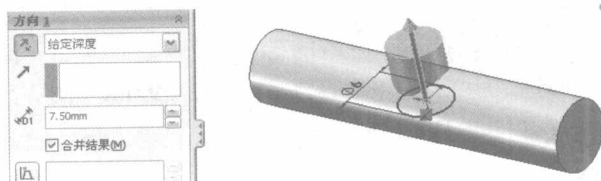




图 2-1-11

注：在用 SW 中的特征工具栏命令时可以使用旋转、移动命令改变三维实体的角度，达到视觉的最佳效果。

步骤七：绘制草图 3

① 单击旋转视图图标，将已生成的实体旋转找到最佳角度，如图 2-1-12 所示，在已生成实体的一面（图中圆柱体上表面）上单击鼠标右键，选择草图绘制图标创建新草图。

② 点选标准视图图标内的左视图图标左视。

③ 在 SW 坐标原点处画圆，方法类同步骤三②，设置半径为 4mm，如图 2-1-13 所示。

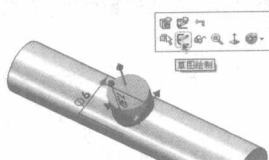


图 2-1-12

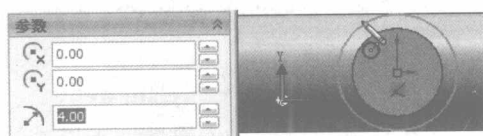




图 2-1-13

步骤八：拉伸 3

单击特征属性栏内的拉伸凸台/基体图标，拉伸厚度设置为 12mm，如图 2-1-14 所示，最后单击确定。

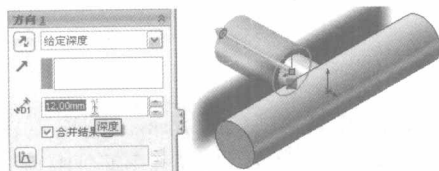


图 2-1-14

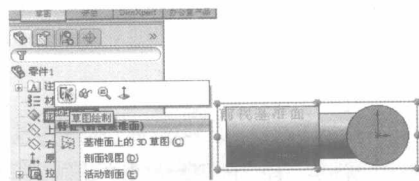
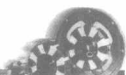


图 2-1-15



步骤九：绘制草图 4

① 单击标准视图图标 ，选择 前视，在前视基准面插入草图，方法类同步骤三①，如图 2-1-15 所示。

② 单击草图绘制栏内的直线图标 ，分别绘制直线 1、直线 2、直线 3、直线 4，如图 2-1-16 所示。

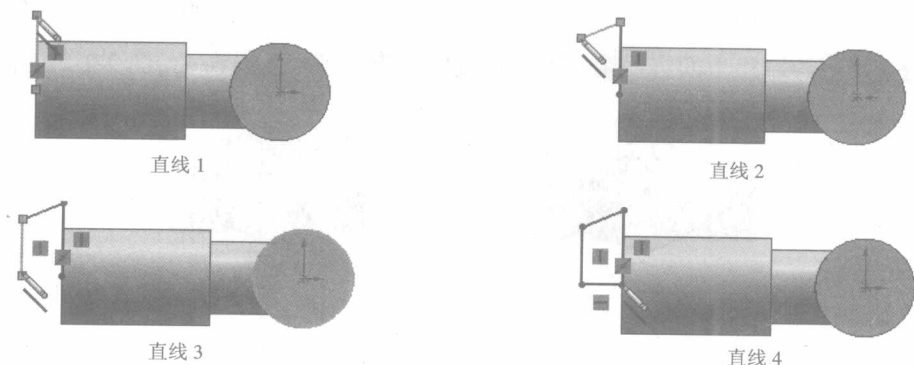


图 2-1-16

③ 单击草图绘制栏内的智能尺寸图标 ，分别对前一步骤所画直线进行标注，如图 2-1-17 所示。

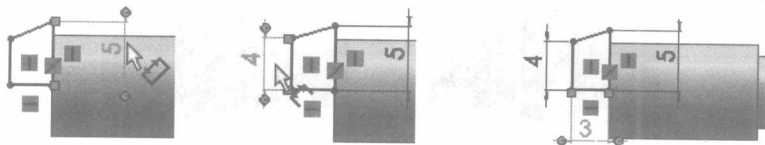


图 2-1-17

步骤十：生成旋转体

单击特征属性栏内的旋转凸台/基体图标 ，如图 2-1-18 所示选择旋转轴（图中蓝色部分）、设置参数，最后单击 确定。

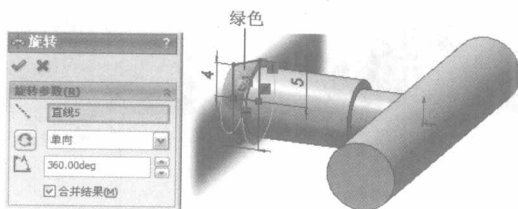


图 2-1-18

步骤十一：绘制草图 5

① 单击旋转视图图标 ，将已生成的实体旋转到最佳视觉角度；在已生成实体的一面（图中圆柱体顶面）上单击鼠标右键，选择插入草图，如图 2-1-19 所示。

② 单击标准视图图标 ，选择左视图图标 左视，结果如图 2-1-20 所示。