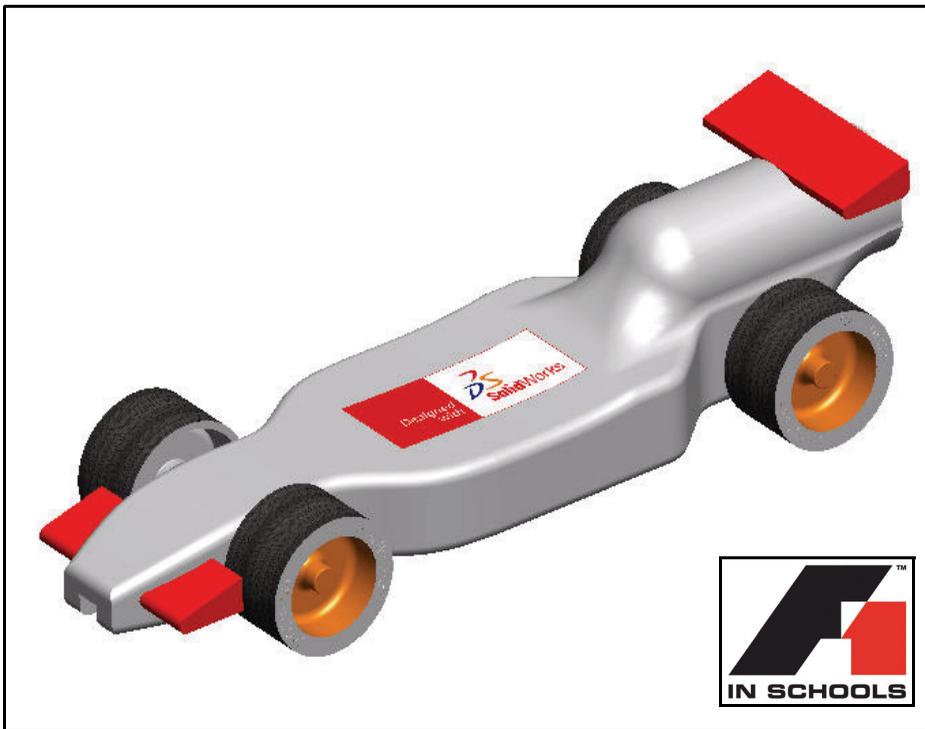


工程设计
和技术系列

通过 SolidWorks® 2011 软件完成 F1 in Schools™ 设计项目



适用于 R 型赛车

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.
300 Baker Avenue
Concord, MA 01742 USA
电话: 1 800 693 9000

美国境外: 1 978 371 5011
传真: 1 978 371 7303
info@solidworks.com

© 1995-2011, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation 是 Dassault Systèmes S.A. 的下属公司, 300 Baker Avenue Concord, Massachusetts 01742 USA。保留所有权利。

本文件中提及的信息和软件如有更改, 恕不另行通知, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks) 对此概不负责。

未经 DS SolidWorks 明确书面许可, 不得以任何形式或通过任何手段(电子或机械)以及出于任何目的翻印或传播任何相关资料。

本文件中提及的软件受许可证协议限制, 只能根据本许可证协议的条款使用或拷贝。DS SolidWorks 对该软件和文档提供的所有保证均在 DS SolidWorks 许可和订购服务协议中阐明, 此文档及其内容中提及或暗示的任何内容, 均不会视为对这些保证的修改和补充。

有关 SolidWorks Standard、Premium 及 Professional 产品的专利通告。

美国专利 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725 和 6,844,877 以及其它外国专利, 包括 EP 1,116,190 和 JP 3,517,643。正在申请中的美国专利和外国专利, 例如 EP 1,116,190 和 JP 3,517,643。还有正在申请中的美国和外国专利。

所有 SolidWorks 产品的商标和其它通告。

SolidWorks、3D PartStream.NET、3D ContentCentral、PDMWorks、eDrawings 和 eDrawings 徽标为注册商标, FeatureManager 是 DS SolidWorks 的合营注册商标。SolidWorks Enterprise PDM、SolidWorks Simulation、SolidWorks Flow Simulation 和 SolidWorks 2011 是 DS SolidWorks 的产品名称。

CircuitWorks、Feature Palette、FloXpress、PhotoWorks、TolAnalyst 及 XchangeWorks 是 DS SolidWorks 的商标。

FeatureWorks 是 Geometric Ltd 的注册商标。

其它品牌或产品名称的商标属于其各自所有者。

商用计算机

软件 - 所有权。

美国政府限制权利。政府的使用、复制或公布应服从 FAR 52.227-19 (商用计算机软件 - 限制权利)、DFARS 227.7202 (商用计算机软件和商用计算机软件文档) 以及本许可证协议中所列出的限制 (如果适用)。

合同方 / 制作商:

Dassault Systèmes SolidWorks Corp, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

有关 SolidWorks Standard、Premium 及 Professional 产品的版权通告。

本软件一部分版权 © 1990-2011 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

本软件一部分版权 © 1998-2011 Geometric Ltd.

本软件一部分版权 © 1986-2011 mental images GmbH & Co.KG.

本软件一部分版权 © 1996-2011 Microsoft Corporation. 保留所有权利。

本软件一部分版权 © 2000-2011 Tech Soft 3D

本软件一部分版权 © 1998-2008 3Dconnexion.

此软件部分基于 Independent JPEG Group 的创作。保留所有权利。

本软件的一部分并入了 PhyX™ by NVIDIA 2006-2009。

本软件一部分版权属于 UGS Corp. © 2011。

本软件一部分版权属于 © 2001 - 2011 Luxology, Inc. 保留所有权利, 专利待定。

本软件一部分版权 © 2007 - 2011 DriveWorks Ltd.

版权所有 1984 - 2009 Adobe Systems Inc. 及其许可方。保留所有权利。受美国专利 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,639,593; 6,743,382 保护; 专利待定。Adobe、Adobe 徽标、Acrobat、Adobe PDF 徽标、Distiller 及 Reader 是 Adobe Systems Inc. 在美国或其它国家中的注册商标或商标。

有关其它版权信息, 请在 SolidWorks 中参阅[帮助](#)、[关于 SolidWorks](#)。

SolidWorks 2011 的其它部分由 DS SolidWorks 许可方颁发许可。

SolidWorks Simulation 的版权通告。

本软件一部份版权 © 2008, Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992 - 2007 Computational Applications and System Integration, Inc. 保留所有权利。

本产品一部分由 DC Micro Development 许可经销, 版权所有 © 1994 - 2005 DC Micro Development。保留所有权利。

目录

简介.....	1
使用本手册	2
什么是 SolidWorks 软件?	2
先决条件	2
本手册使用的约定	4
在您开始之前	4
将文件夹添加到设计库路径	8
设计赛车	11
重要的设计考虑因素	12
关于巴尔沙树	13
启动 SolidWorks 并打开一个现有零件	13
拉伸切除特征	17
生成前翼	24
生成尾翼	26
插入圆角	31
生成装配体	36
插入配合	40
计算赛车的重量	48
计算赛车的总长度	49
生成爆炸视图	52
赛车尺寸要求	61
生成装配体工程图	65
生成装配体工程图	66
打开装配体中的零件	76
生成爆炸装配体视图	77

PhotoView 360™	79
激活 PhotoView 360	80
生成用于渲染的配置	82
外观	84
渲染	90
修改外观	91
布景	94
贴图	97
编辑贴图	102
输出选项	104
分析	109
修改尾翼	110
计算新质量	113
应用测量工具	114
车轴应力分析	115
设计分析	115
应力分析	116
用户界面	116
分析 Axle-A 零件	117
SolidWorks SimulationXpress	120
施加载荷	123
指派材料	127
运行分析	129
查看结果	132
运行报告	135
优化模型	136
SolidWorks Flow Simulation	140
查看结果	158
更改设计	172
查看结果	174
进一步探索	180

课程 1

简介

完成本课程后，您将能够：

- 了解到如何在 *F1 in Schools™* 设计项目中使用本手册设计赛车
- 开始 SolidWorks 2011 会话
- 下载本项目所需的文件、文件夹和模型
- 在任务窗格中，将文件夹 Race Car Design Project 添加到 SolidWorks 设计库中

使用本手册

*Fl in Schools™ 设计项目*有助于您学习如何应用 2D 和 3D SolidWorks 建模原理和技术来生成 Race Car 装配体和工程图以及如何应用 SolidWorks SimulationXpress 及 SolidWorks Flow Simulation 分析工具。

在学习本手册课程的过程中，您将能够：

- 创建 SolidWorks 会话
- 了解 SolidWorks 用户界面和工具栏
- 打开零件并生成 3D Race Car 装配体
- 生成 Race Car 装配体的详细多图纸、多视图工程图
- 应用测量和质量工具
- 应用 PhotoWorks
- 应用分析工具：SolidWorks SimulationXpress 和 SolidWorks Flow Simulation

什么是 SolidWorks 软件？

SolidWorks 是一款设计自动化软件。在 SolidWorks 软件中，您可以通过简单易学的 Windows® 图形用户界面，将构思绘制成草图并尝试以不同的设计来生成 2D 和 3D 草图、3D 模型、3D 装配体以及 2D 工程图。

SolidWorks 的用户包括全球各地的学生、设计师、工程师和其他专业人员，不管要构建的零件、装配体和工程图简繁与否，它都是您的理想选择。

先决条件

在开始 *Fl in Schools™ 设计项目*之前，您应首先完成 SolidWorks 软件所提供的以下 SolidWorks 指导教程（位于 Getting Starting 文件夹中）：



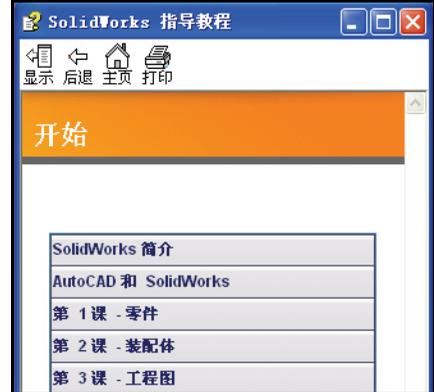
- 第 1 课 - 零件
- 第 2 课 - 装配体
- 第 3 课 - 工程图

依次单击**帮助**、学员课程可访问 Race Car Design Project 文件夹。

注释: 教员 — 依次单击**帮助**、教员课程可访问“教育工作者资源”。

或者，您也可以完成 *SolidWorks 工程设计简介* 中的以下课程：

- 第 1 课：使用界面
- 第 2 课：基本功能
- 第 3 课：四十分钟入门
- 第 4 课：装配体基础
- 第 5 课：工程图基础



本手册使用的约定

本手册使用下列排印约定:

约定	含义
Sans Serif 粗体	您可选择的 SolidWorks 命令和选项采用这种字体。示例 1: 拉伸凸台 / 基体表示单击“特征”工具栏中的“拉伸凸台 / 基体”工具。示例 2: 视图、原点表示单击菜单栏菜单中的“视图”、“原点”选项。
打字机字体	文件名和文件夹名称采用这种字体。示例 1: Race Car Design Project。示例 2: Sketch1。
17 执行本步骤。	课程中的步骤号以 sans serif 粗体显示。

在您开始之前

开始本目前前, 请先从 SolidWorks 网站上将 Race Car Design Project 文件夹复制到您的计算机中并解压缩。

1 开始 SolidWorks 会话。

依次单击 Windows “开始” 菜单中的所有程序、**SolidWorks**、**SolidWorks**。
SolidWorks 应用程序随即显示。

注释: 如果您在桌面上创建了 SolidWorks 图标, 则单击该图标可开始一个 SolidWorks 会话。



2 复制 Race Car Design Project 文件夹。

单击任务窗格中的 **SolidWorks 资源**  选项卡。

单击如图所示的 Student Curriculum 文件夹。



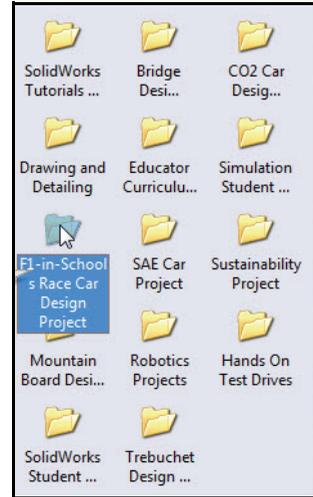
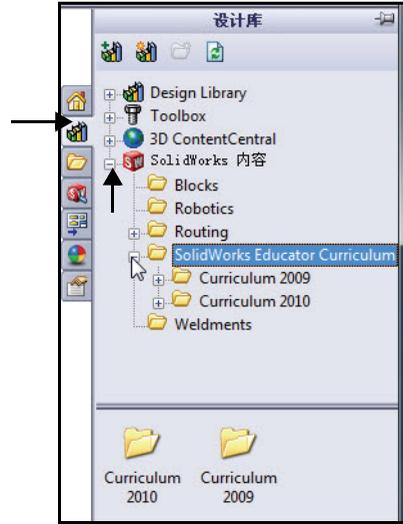
展开 SolidWorks Educator Curriculum 文件夹。

双击所需的 Curriculum 文件夹。查看提供的文件夹。

注释: 在编写本手册时, 尚未提供 Curriculum 2011 文件夹。

双击 F1-in Schools Race Car Design Project 文件夹。

如图所示, 按住 Ctrl 并单击 F1-inSchools Race Car Design Project 文件夹, 下载文本和 SolidWorks 模型文件 (初始和最终)。



提示: 询问教师在何处保存 zip 压缩文件。记住所下载 zip 压缩文件的保存位置。

- 3 确定 zip 压缩文件文件夹的位置。
在系统上选择一个文件夹位置。

在浏览文件夹对话框中单击确定。

- 4 解压缩文件夹。
浏览到所下载 zip 压缩文件文件夹的保存位置。

解压缩文件夹。可能需要几分钟。

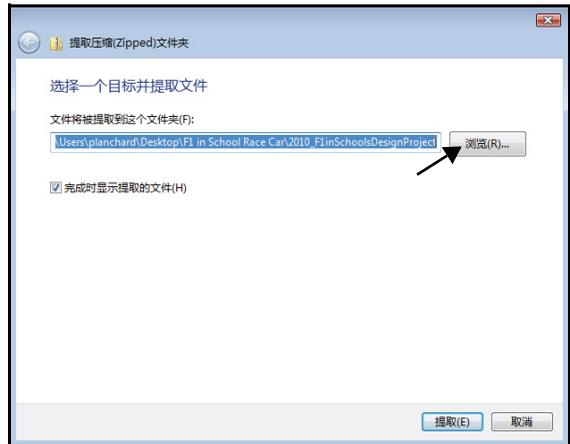
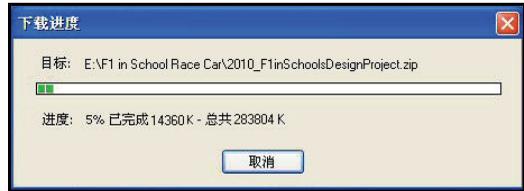
解压缩所有文件和文件夹。

选择文件夹位置。

单击解压缩。

注释: 步骤可能根据操作系统而有所不同。

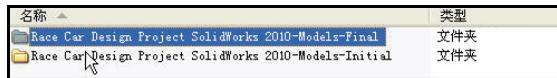
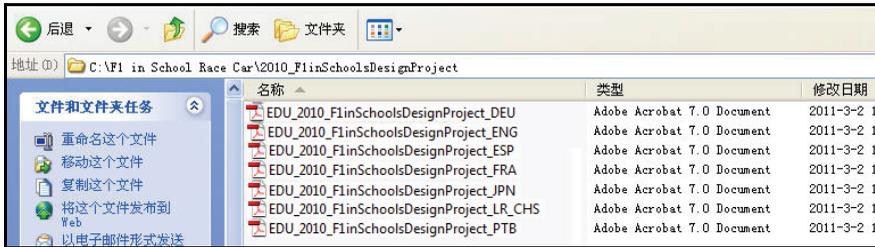
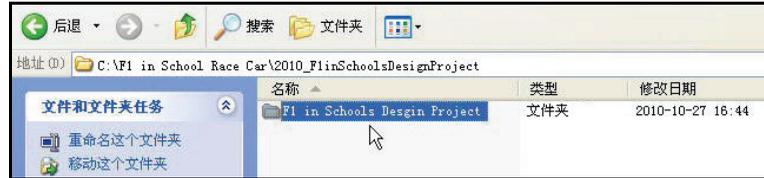
双击 F1 in Schools Design Project 文件夹。查看这两个文件夹。



注释: 在编写本手册时, 尚未提供 Curriculum 2011 文件夹。

双击 Project Workbook 文件夹选择语言。

双击 zip SW_File_F1_2011 文件夹获取手册的模型文件。



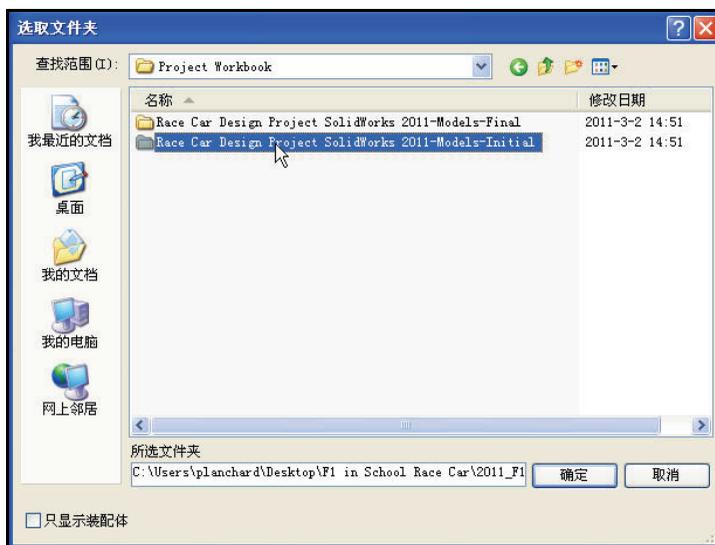
将文件夹添加到设计库路径

SolidWorks 设计库是使用练习中用过的零件的一种便捷方式。比起在菜单栏菜单中单击“文件”、“打开”并浏览到所需文件，这种方式更加高效。将 Race Car Design Project 文件夹（初始）添加到设计库的搜索路径中。

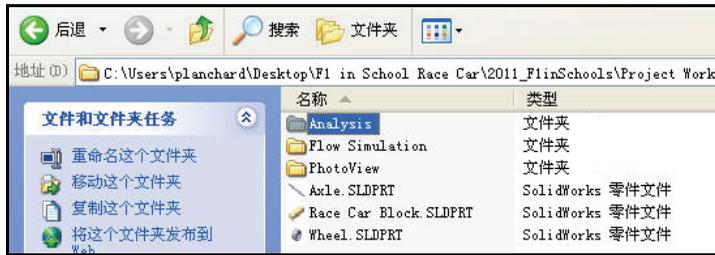
- 1 打开任务窗格。
单击设计库  选项卡。
- 2 添加一个设计库文件夹。
单击设计库中的添加文件位置  选项卡。

浏览到您解压缩初始模型文件夹的位置。

双击 Race Car Design Project SolidWorks 2011-Models-Initial 文件夹。



单击 Race Car Design Project SolidWorks 2011-Models-Initial 文件夹。
单击确定。



3 结果。

现在，您即可通过 SolidWorks 设计库来访问 Race Car Design Project SolidWorks 文件夹中的内容。

注释：请访问 www.flinschools.co.uk 网站，以获取更新后的设计要求和规格以及免费的 SolidWorks 软件。



课程 2 设计赛车

完成本课程后，您将能够：

- 介绍会影响 CO₂ 动力型赛车性能的一些重要因素
- 使用以下特征和草图工具，在现有模型的基础上生成 Race Car 装配体：
拉伸凸台 / 基体、拉伸切除、圆角、直线、绘制圆角、智能尺寸、配合、爆炸和旋转零部件
- 将零部件插入到新装配体
- 在 Race Car 装配体中的零部件之间应用标准配合
- 生成 Race Car 装配体的爆炸配置
- 应用质量属性工具
- 应用测量工具
- 打开 Race Car 装配体中的零件
- 根据 F1 in Schools™ 设计项目竞赛的规则和条例，确认要求的 R 类型赛车尺寸

重要的设计考虑因素

根据 *F1 in Schools™ 设计项目* 竞赛的规格框架，我们在打造一款成功的赛车时要考虑以下一些因素。其中包括：

■ 摩擦

用于克服摩擦的能量仅用于克服摩擦，而不用来使赛车加速。摩擦来源于以下几个方面：

- 车轮和车轴：如果车轮不能顺畅转动，赛车会跑得较慢。
- 未对正的车轴：如果钻出的车轴孔未与赛车中心线垂直，赛车将出现转向左边或右边的趋势。这将会降低您的车速，毁掉您的比赛！
- 未对正的螺钉孔：如果螺钉孔的位置不正确或者它们未正确对正，引导线会对螺钉孔、车身或车轮产生拖曳作用。这会显著降低赛车速度。
- 车轮滚动面上的隆起或凹陷。车轮越圆、越平滑，其滚动效果越好。

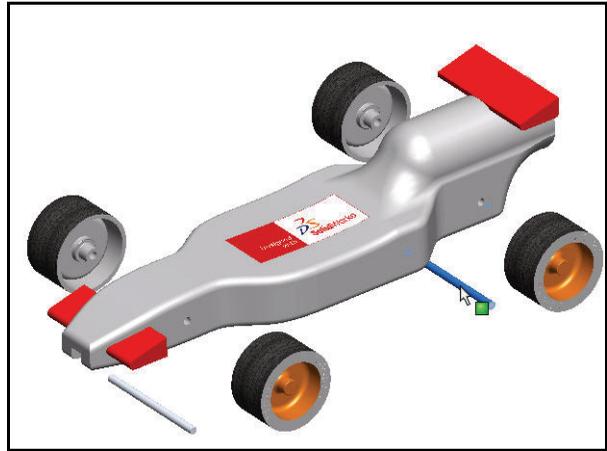
■ 质量

由 CO₂ 气瓶产生的推进力较为有限。显然，质量小的赛车加速更迅捷并且在赛道上跑得更快。减小车身重量可以做为设计更快赛车的一种手段。但要记住，竞赛规格规定赛车的最小质量为 55 克。

■ 空气动力学

赛车在空气中运动时，空气会对其施加阻力或拖曳力。为了将拖曳力降至最低，您的赛车应当具有平滑的流线型外形。

注释： 查看本课后面部分，了解赛车装配体必不可少的设计要求。请访问 www.flinschools.co.uk 网站，以获取最新的设计要求和规格。



关于巴尔沙树

野生巴尔沙树生长在中美洲和南美洲潮湿的雨林中。其生长范围从危地马拉开始向南延伸，穿过中美洲到达南美洲的北部和东部海岸，最远延伸至玻利维亚。然而，坐落于南美洲西海岸的小国厄瓜多尔，却是模型用巴尔沙木（轻木）的全球主要产地。

巴尔沙树需要一个气候温和、降雨充足并且排水条件良好的生长环境。因而，最好的巴尔沙树往往都位于两条热带河流之间的高地。厄瓜多尔有着最适宜种植巴尔沙树的地形和气候。

进口到北美洲的巴尔沙木（轻木）是在种植园里种植的。不用担心使用巴尔沙木（轻木）会破坏雨林，因为巴尔沙树的生长速度极其迅速。仅用 6 到 10 年，这种树就可以长到 18 到 28 米（60 到 90 英尺）高，直径达到约 115 厘米（45 英寸），这时就可以砍伐以作木材了。如果让其继续生长，树木外层的新生部分将变得非常坚硬，而中心部分则会开始腐烂。如果不加采伐，巴尔沙树的直径可以长到 180 厘米（6 英尺）或者更大，但这种大小的巴尔沙树几乎没有可用之材。

因此，请安心使用巴尔沙木（轻木）吧。采伐巴尔沙树并不会破坏雨林。



启动 SolidWorks 并打开一个现有零件

- 1 启动 SolidWorks 应用程序。
在“开始”菜单中，依次单击所有程序、**SolidWorks**、**SolidWorks**。SolidWorks 图形区域随即显示。
- 2 打开设计库。
单击任务窗格中的设计库  选项卡。



3 打开 Race Car Block。

单击位于设计库内的 **Race Car Design Project SolidWorks** 文件夹。

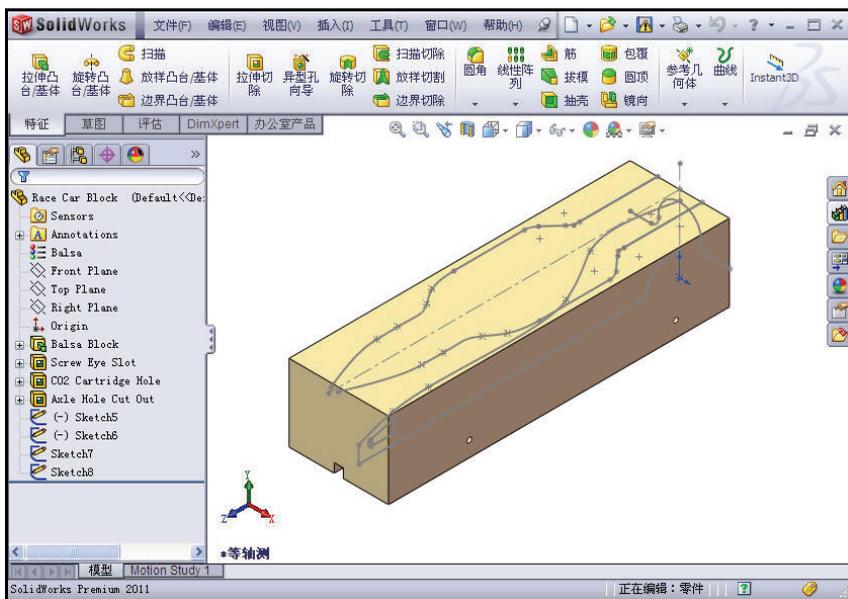
该内容显示在设计库窗口的下部。

将名为 **Race Car Block** 的零件拖放到 SolidWorks 图形区域中。查看模型和 FeatureManager 设计树。

注释: 此操作可能耗时 1-5 秒。

FeatureManager 设计树位于 SolidWorks 窗口左侧, 它为激活的模型提供一个大纲视图。这样, 您即可轻松了解到模型是如何构建的。

FeatureManager 设计树和图形区域是动态链接的。两个窗格中均可选择特征、草图、工程视图和构造几何线。



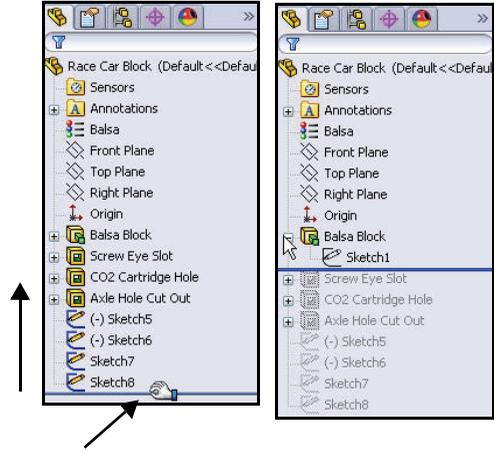
4 审核模型中已生成的特征和草图。

将退回控制棒向上拖动至 Balsa Block 特征前面的一个位置。

Balsa Block 特征随即显示。

在 FeatureManager 中双击 Balsa Block 特征。此特征在图形区域中显示为蓝色，同时 Sketch1 将会显示。查看尺寸。如果需要，按 Z 键使模型尺寸适合图形区域。

注释: Balsa Block 的外形尺寸是 223mm x 50mm x 65mm。如果打算使用夹具对您的赛车进行机械加工，必须确保您的设计不得长于 210mm。因为大多数夹具都通过一个前底板来固定轻木块前端，如果您的设计过长，可能会使端铣刀断裂或者损坏夹具。



将退回控制棒向下拖动至 Screw Eye Slot 特征前面的一个位置。

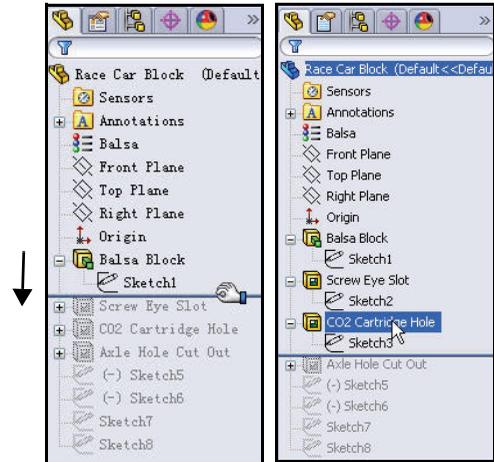
查看图形区域中的特征。

在 FeatureManager 中双击 Screw Eye Slot 特征。此特征显示为蓝色，同时 Sketch2 将会显示。

将退回控制棒向下拖动至 CO₂ Cartridge Hole 特征前面的一个位置。查看图形区域中的特征。

在 FeatureManager 中双击 CO₂ Cartridge Hole 特征。此特征显示为蓝色，同时 Sketch3 将会显示。

将退回控制棒向下拖动至 Axle Hole Cut Out 特征前面的一个位置。查看图形区域中的特征。



在 FeatureManager 中双击 Axle Hole Cut Out 特征。此特征显示为蓝色，同时 Sketch4 将会显示。

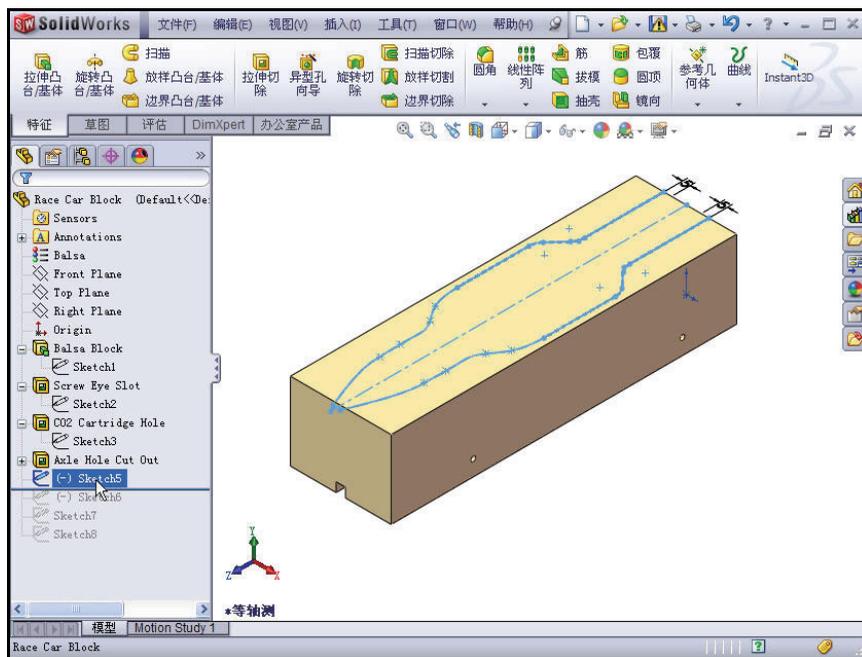
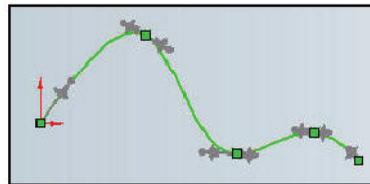
将退回控制棒向下拖动至 (-) Sketch5 前面的一个位置。

单击 FeatureManager 中的 (-) Sketch5。
在图形区域中查看 (-) Sketch5。

(-) Sketch5 是样条曲线的草图。样条曲线用于绘制形状连续变化的曲线。样条曲线由一系列点定义，SolidWorks 软件使用方程式在这些点之间插入曲线几何形状。

在为流畅的自由形状，如“赛车车身”建模时，样条曲线非常有用。

注释： (-) Sketch5 未完全定义，因为样条曲线是一种自由形状，可由设计师调整。

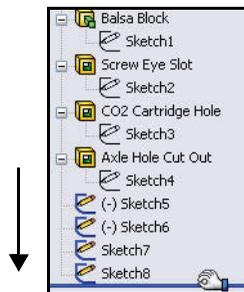


将退回控制棒向下拖动至 Sketch8 下面的一个位置。

单击 FeatureManager 中的 Sketch8。

在图形区域中查看 Sketch8。

在图形区域内单击。



拉伸切除特征

拉伸切除特征可移除零件或装配体上的材料。移除赛车车身材料。

1 生成第一个拉伸切除特征。

右键单击 FeatureManager 中的 (-) Sketch5。

单击关联工具栏中的编辑草图 。草图工具栏随即出现在 CommandManager 中。

单击 CommandManager 中的特征选项卡。特征工具栏随即显示。

单击特征工具栏中的拉伸切除  工具。切除 - 拉伸 PropertyManager 随即显示。

对于方向 1，将终止条件选为完全贯穿。

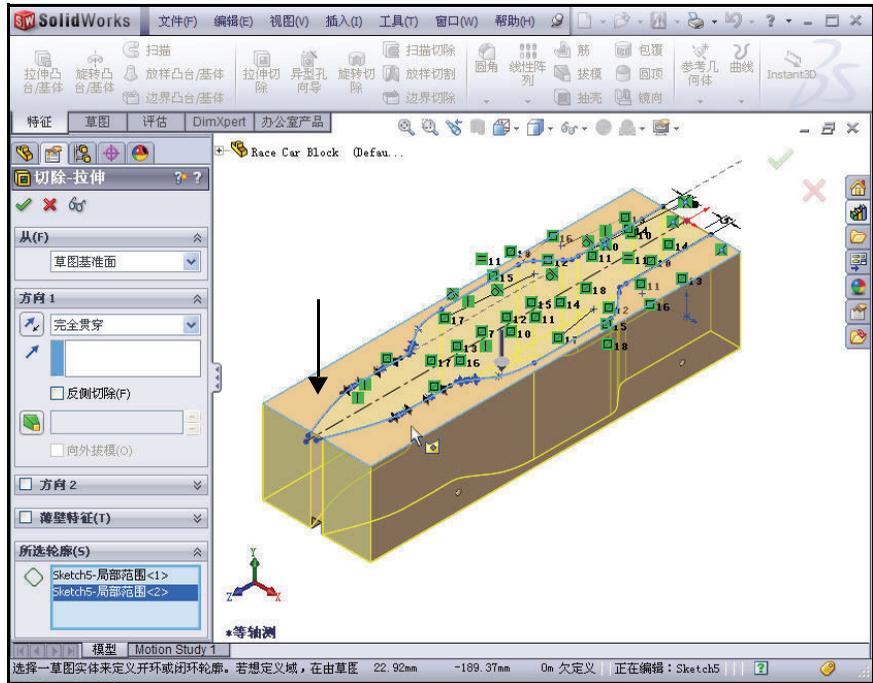


如图所示, 单击图形区域中的两个曲面。Sketch5-Region<1> 和 Sketch5-Region<2> 随即在所选轮廓对话框中显示。

单击切除 - 拉伸 PropertyManager 中的确定 。

Cut-Extrude1 随即在 FeatureManager 中显示。

在图形区域内单击。查看结果。



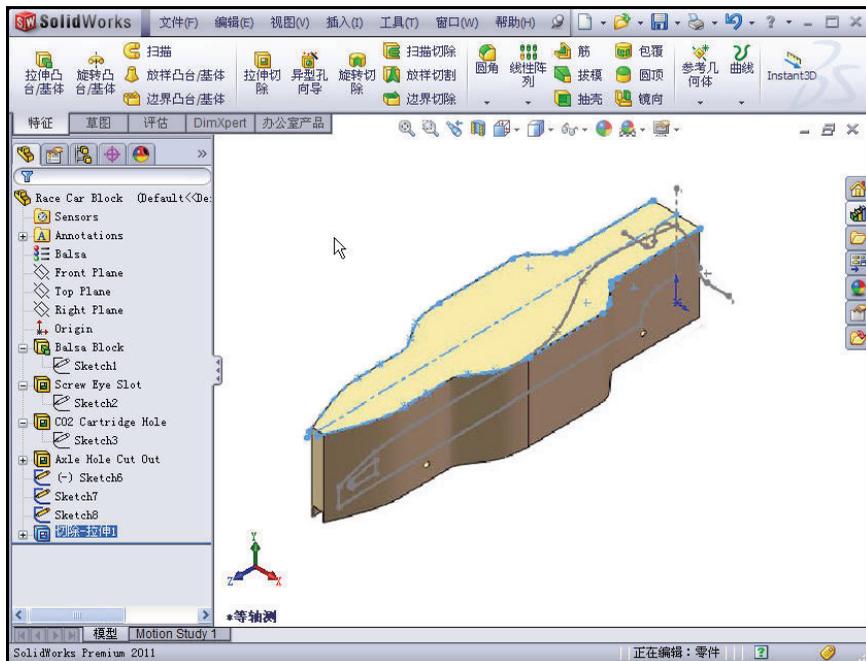
注释: 固定住 

菜单栏工具栏和菜单栏菜单, 以便在本手册中同时访问两个菜单。



2 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

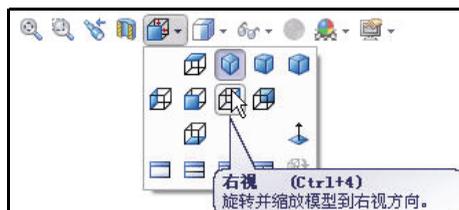


3 生成第二个拉伸切除特征。

右键单击 FeatureManager 中的 (-) Sketch6。

单击关联工具栏中的编辑草图 。草图工具栏随即出现在 CommandManager 中。

单击前导视图工具栏中的右视  视图。右视视图随即显示。



按 **z** 键可缩小。按 **Z** 键可放大。按 **f** 键可使模型适合图形区域。

单击 CommandManager 中的特征选项卡。特征工具栏随即显示。

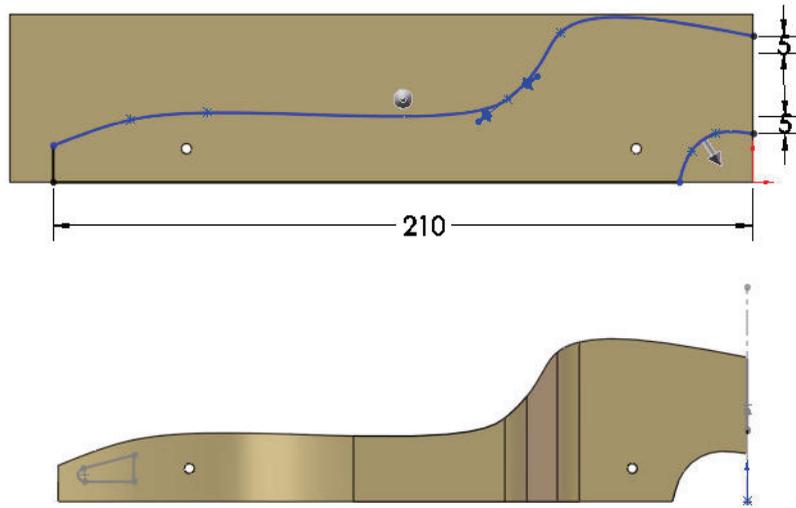
单击拉伸切除  工具。切除 - 拉伸 PropertyManager 随即显示。

注释：对于方向 1 和方向 2，选择的终止条件是完全贯穿。

选中反侧切除框。查看拉伸方向

单击切除 - 拉伸 PropertyManager 中的确定 。Cut-Extrude2 随即显示。

单击菜单栏工具栏中的保存 。



- 4 生成第三个拉伸切除特征。
生成 CO₂ 气瓶孔。右键单击 FeatureManager 中的 Sketch7。
单击关联工具栏中的编辑草图 。草图工具栏随即出现在 CommandManager 中。

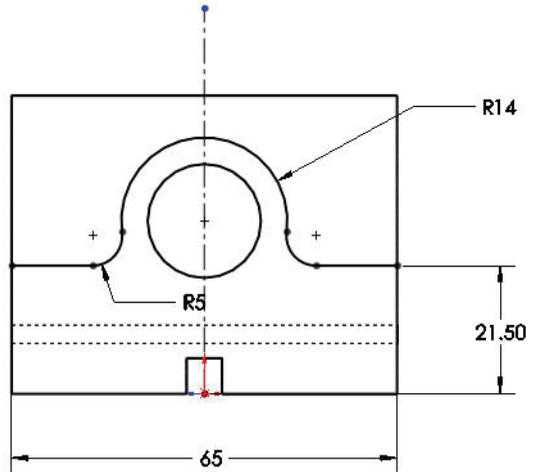
单击前导视图工具栏中的后视  视图。

单击前导视图工具栏中的隐藏线可见 。

查看草图尺寸。



注释: Sketch7 是 CO₂ 气瓶孔的草图。



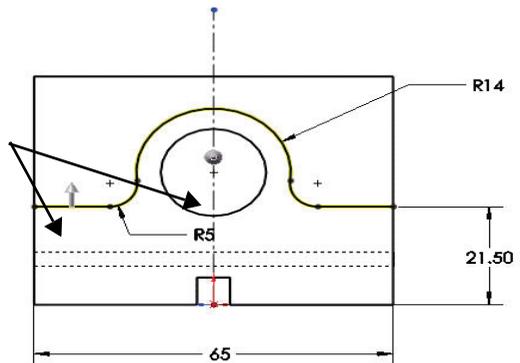
单击 CommandManager 中的特征选项卡。特征工具栏随即显示。

单击拉伸切除  工具。切除 - 拉伸 PropertyManager 随即显示。

对于方向 1 和方向 2，将终止条件选为完全贯穿。

选中反侧切除框。

注释：查看拉伸特征箭头的方向。



单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。

单击切除 - 拉伸

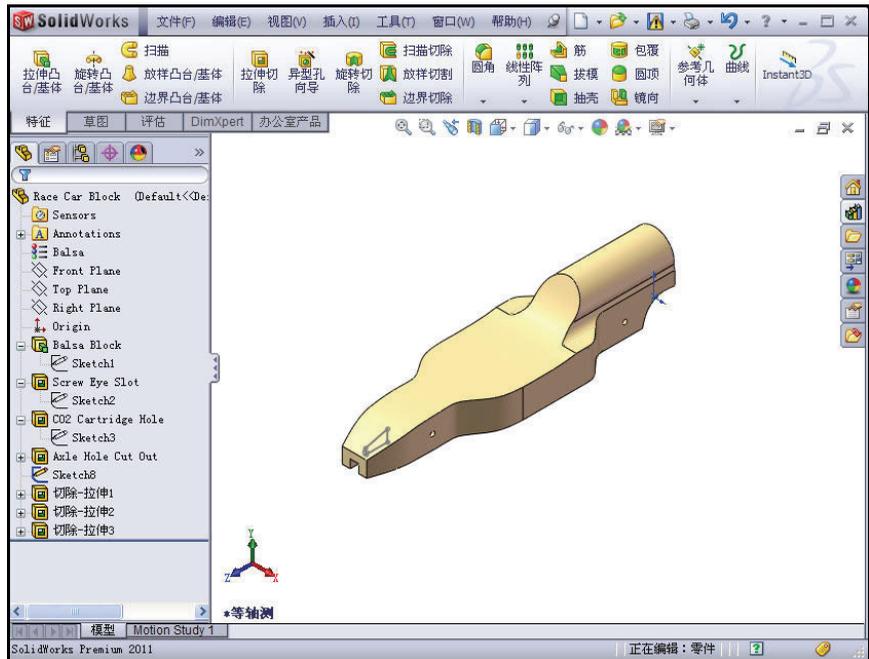
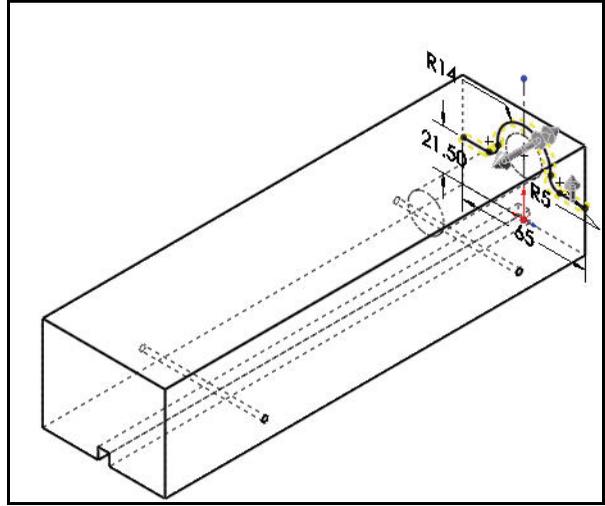
PropertyManager 中的确定 。查看拉伸切除特征。Cut-Extrude3 随即显示。

在图形区域内单击。

单击前导视图工具栏中的带边线上色 。

5 保存模型。

单击保存 。



生成前翼

1 生成两侧对称拉伸凸台特征。

右键单击 FeatureManager 中的 Sketch8。Sketch8 是赛车前翼的草图。

单击关联工具栏中的 **编辑草图** 。草图工具栏随即出现在 CommandManager 中。

单击前导视图工具栏中的 **右视**  视图。

单击 **z** 键使模型适合图形区域。

查看草图尺寸。

2 生成拉伸凸台特征。

拉伸凸台特征可向模型中添加材料。

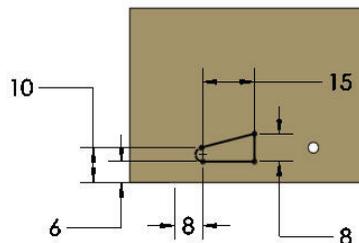
单击 CommandManager 中的 **特征** 选项卡。特征工具栏随即显示。

单击特征工具栏上的 **拉伸凸台 / 基体** 。

凸台 - 拉伸 PropertyManager 随即显示。

对于方向 1，将终止条件选为 **两侧对称**。

输入 **50.00mm** 作为深度。

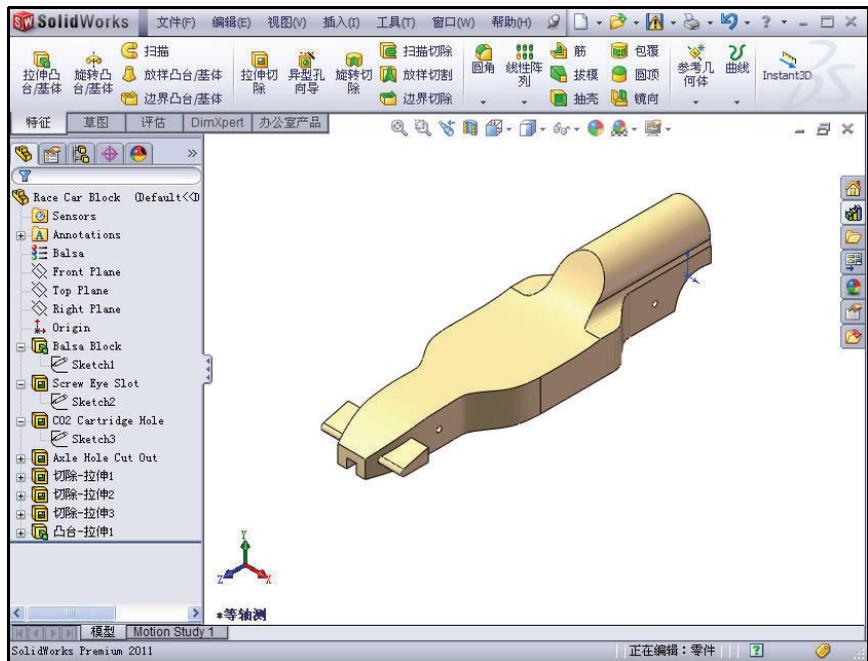
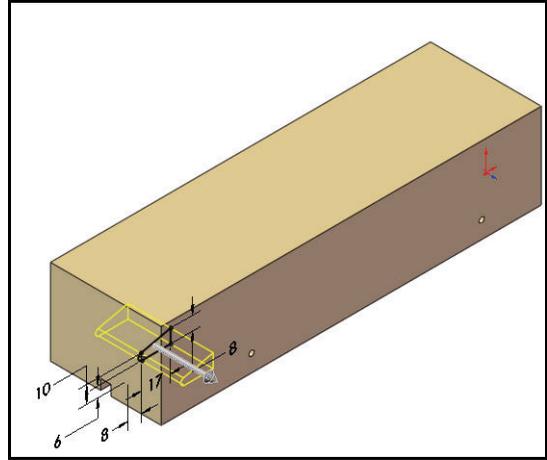


单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。查看拉伸凸台特征。

单击凸台 - 拉伸 PropertyManager 中的确定 。Boss-Extrude1 随即显示。

在图形区域内单击。

注释: 在图形区域中, 用鼠标中键旋转模型。查看生成的特征。



- 3 保存模型。
单击菜单栏工具栏中的保存 。



生成尾翼

1 生成草图。

单击前导视图工具栏中的**消除隐藏线** 。

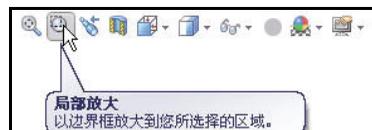
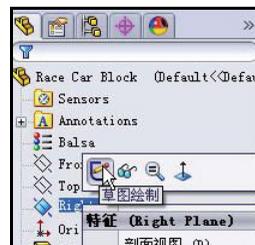
右键单击 FeatureManager 中的**右视基准面**。

单击关联工具栏上的**草图** 。草图工具栏随即显示。右视基准面是您的草图基准面。

单击前导视图工具栏中的**右视**  视图。

按 **Z** 键使模型适合图形区域。

单击前导视图工具栏中的**局部放大**  工具。



如图所示，**放大**赛车的后部。

单击前导视图工具栏中的**局部放大**  工具将该工具解除激活。

单击草图工具栏中的**直线**  工具。插入线条 PropertyManager 随即显示。

如图所示，绘制 **4** 条直线。第一个点要与赛车的顶部水平边线重合。

2 取消选择直线草图工具。

右键单击图形区域中的**选择**。



3 应用绘制圆角工具。

单击草图工具栏中的绘制圆角  工具。绘制圆角 PropertyManager 随即显示。

输入 **2mm** 作为圆角半径。

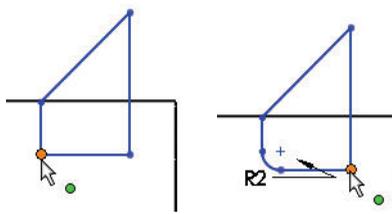


单击水平线条的左端点。

单击水平线条的右端点。

单击绘制圆角 PropertyManager 中的确定 .

单击绘制圆角 PropertyManager 中的确定 .



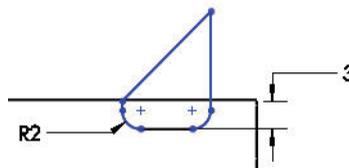
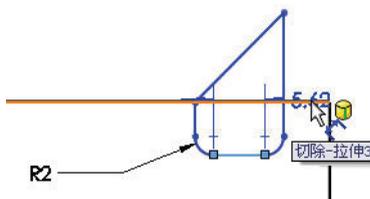
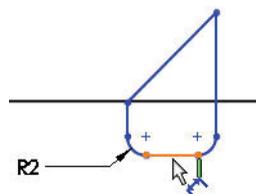
4 标注尾翼的尺寸。

单击草图工具栏中的智能尺寸  工具。智能尺寸  图标与鼠标指针一起显示。

单击图中所示的 **2** 条边线。

单击右侧的某个位置。

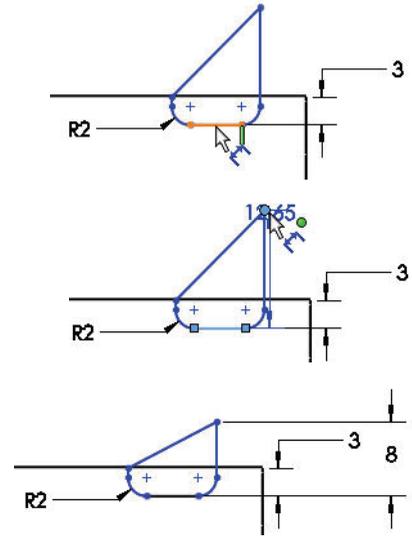
输入尺寸 **3mm**。



单击图中所示的边线和点。

单击右侧的某个位置。

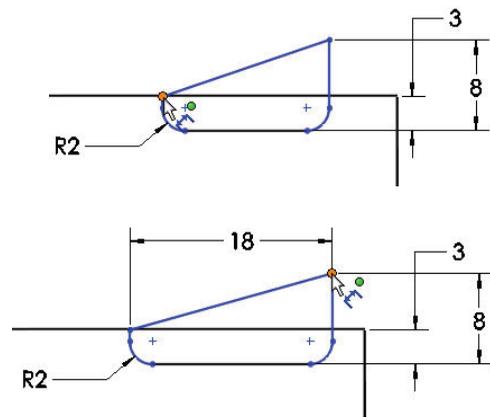
输入尺寸 **8mm**。



单击图中所示的 **2** 个点。

单击模型上方的某个位置。

输入尺寸 **18mm**。



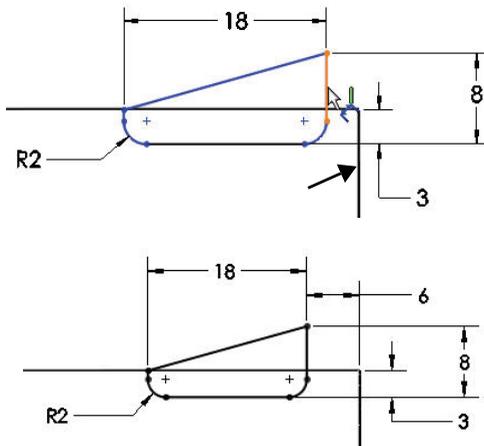
单击图中所示的 **2** 条边线。

输入尺寸 **6mm**。

单击右上方的某个位置。

Sketch9 已完整定义并且显示为黑色。

注释: 如果需要, 单击“修改”对话框中的反转尺寸方向图标。



单击尺寸 PropertyManager 中的确定 。



5 生成拉伸凸台特征。

单击 CommandManager 中的特征选项卡。特征工具栏随即显示。

单击拉伸凸台 / 基体  工具。凸台 - 拉伸 PropertyManager 随即显示。

单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。

在下拉菜单中将终止条件选为两侧对称。

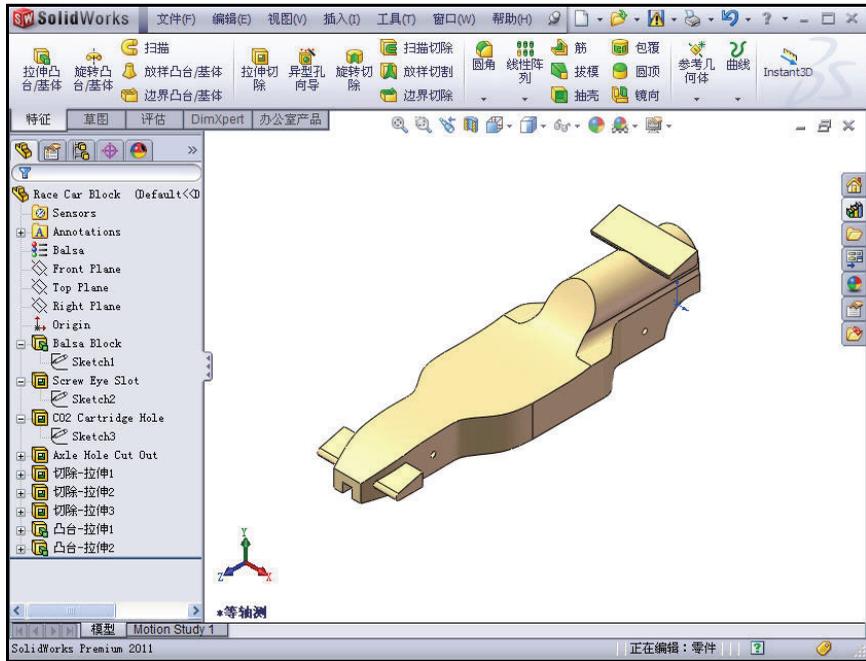
输入 **50mm** 作为深度。

单击凸台 - 拉伸 PropertyManager 中的确定 。Boss-Extrude2 随即显示。

单击前导视图工具栏中的带边线上色 。

在图形区域内单击。查看结果。



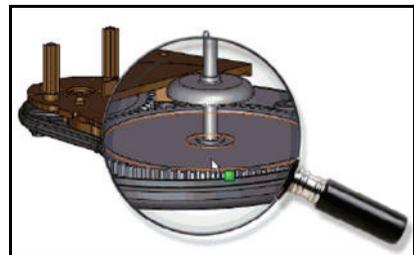


6 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

注释：按 **s** 键查看以前在图形区域中用过的命令。

注释：按 **g** 键激活放大镜工具。使用放大镜工具可以在不改变模型总视图的情况下检查模型并且做出选择。



插入圆角

1 插入圆角特征。

圆角在零件上生成一个内圆角或外圆角面。您可以为一个面的所有边线、所选的多组面、所选的边线或边线环生成圆角。

单击前导视图工具栏中的**消除隐藏线** 。

单击特征工具栏中的**圆角**  工具。圆角 PropertyManager 随即显示。

单击圆角 PropertyManager 中的**手工**选项卡。单击等半径圆角类型框。

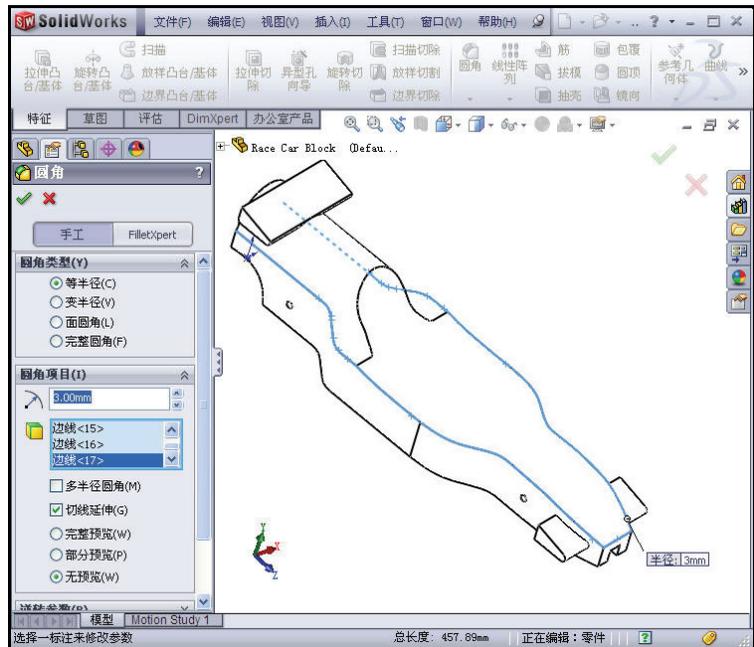
输入 **3mm** 作为半径。

单击赛车右上部的 **8 条边线**。所选边线在圆角项目框中显示。

用**鼠标中键**旋转赛车以查看赛车左侧。

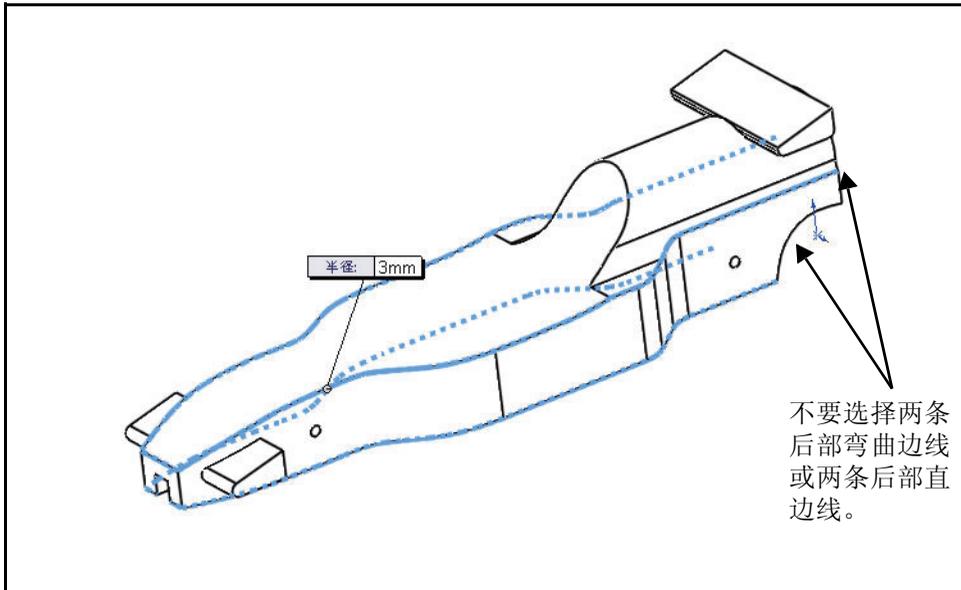
单击赛车左上部的 **8 条边线**。

单击赛车的前上部**边线**。所选边线随即在圆角项目框中显示。



用鼠标中键**旋转**赛车以查看其底部。

单击赛车的**底部边线**。不要选择图中所示的两条后部弯曲边线或两条后部直边线。所选边线随即在圆角项目框中显示。



单击圆角 PropertyManager 中的**确定** 。在 FeatureManager 中查看 Fillet1 特征。

单击前导视图工具栏中的**等轴测**  视图。

2 插入第二个圆角特征。为驾驶室区域生成圆角。

单击特征工具栏中的**圆角**  工具。圆角 PropertyManager 随即显示。

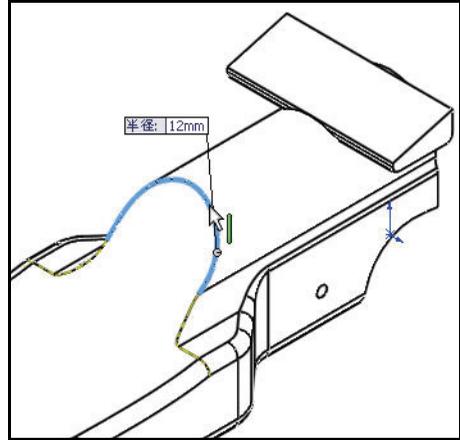
单击圆角 PropertyManager 中的**手工**选项卡。默认情况下，等半径圆角类型处于选中状态。

输入 **12mm** 作为半径。



单击图中所示的**后部边线**。Edge1
随即在圆角项目框中显示。

单击圆角 PropertyManager 中的**确定** 。在 FeatureManager 中查看
Fillet2 特征。



3 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的**保存** 。

4 生成变圆角。

用鼠标中键**旋转**模型以查看后部弯曲边线。

单击特征工具栏中的**圆角**  工具。圆角 PropertyManager
随即显示。

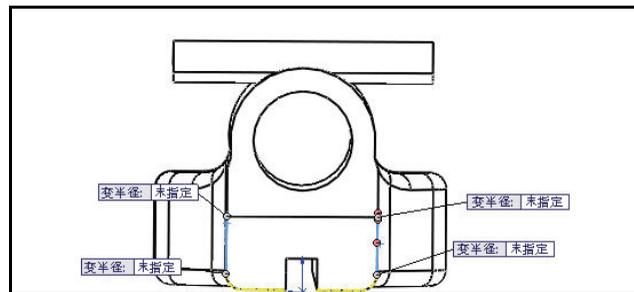
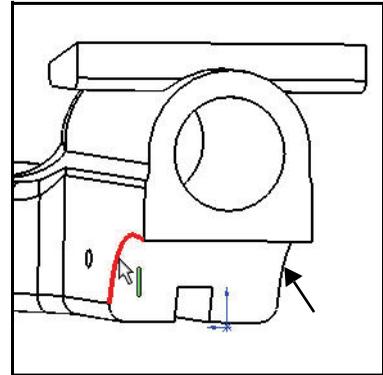
单击圆角 PropertyManager 中的**手工**选项卡。默认情
况下，等半径圆角类型处于选中状态。

选中**变半径**框作为圆角类型。



单击两条弯曲边线。

单击变半径框并拖动其离开模型。



在左上未指定框的内部单击。

输入 **15mm**。

在右上未指定框的内部单击。

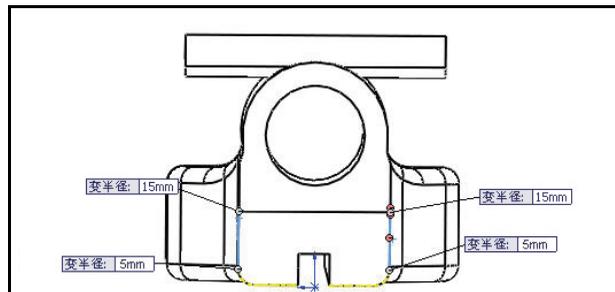
输入 **15mm**。

在左下未指定框的内部单击。

输入 **5mm**。

在右下未指定框的内部单击。

输入 **5mm**。



单击圆角 PropertyManager 中的确定 。在 FeatureManager 中查看 VarFillet1 特征。

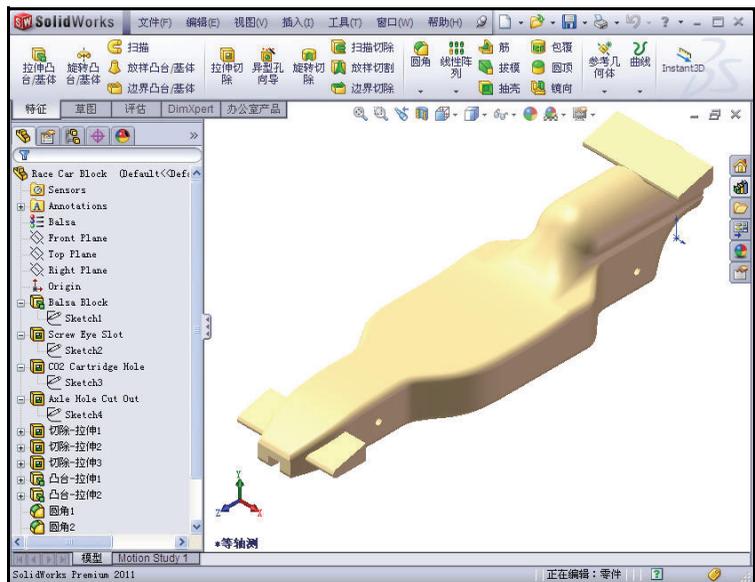
单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。

单击前导视图工具栏中的上色 。

5 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

查看模型。



生成装配体

通过 Race Car Block 生成装配体。插入车轮和车轴。

1 生成装配体。

单击菜单栏工具栏中的从零件 / 装配体制作装配体  工具。

单击确定接受默认的装配体模板。开始装配体 PropertyManager 随即显示。

Race Car Block 零件文件在打开文档框中列出。

2 找出零部件。

单击开始装配体 PropertyManager 中的确定 。

(f) Race Car Block 在装配体 FeatureManager 设计树中显示为固定零部件。

3 对基准面解除激活。

如果需要，单击菜单栏菜单中的视图，然后取消选中基准面。

注释： 默认情况下，初次添加到装配体中的零部件是固定零部件。固定零部件是无法移动的，除非您使其浮动。

4 设置隐藏线已消除的等轴测视图。

单击前导视图工具栏中的等轴测 。

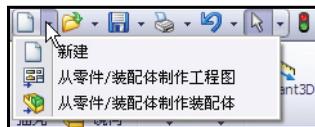
单击前导视图工具栏中的上色 。

5 保存此装配体。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

用 Race Car 作为名称将装配体保存到下载文件夹中。

注释： 如果需要，单击视图，然后取消选中所有注解。



6 插入车轴。

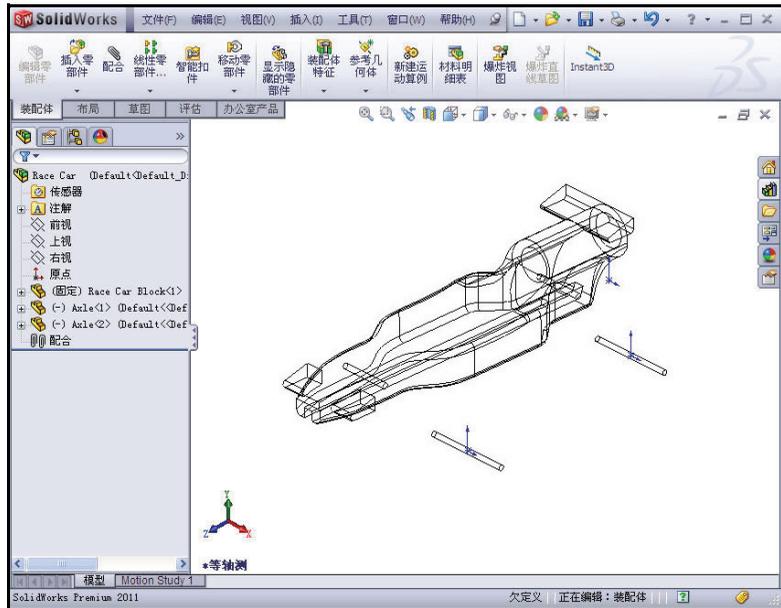
在设计库窗口中单击并拖动 **Axle** 零件。

单击赛车后部附近的某个位置。插入零部件 PropertyManager 随即显示。第二个车轴显示在鼠标指针旁边。

将第二个车轴拖动到赛车前部。单击某个位置。

单击插入零部件 PropertyManager 中的取消 。查看 FeatureManager。

Axle <1> 和 Axle <2> 随即显示。



7 插入第一个车轮。

在设计库窗口中单击并拖动 **Wheel** 零件。

单击赛车右后部附近的某个位置。插入零部件 PropertyManager 随即显示。第二个车轮显示在鼠标指针旁边。

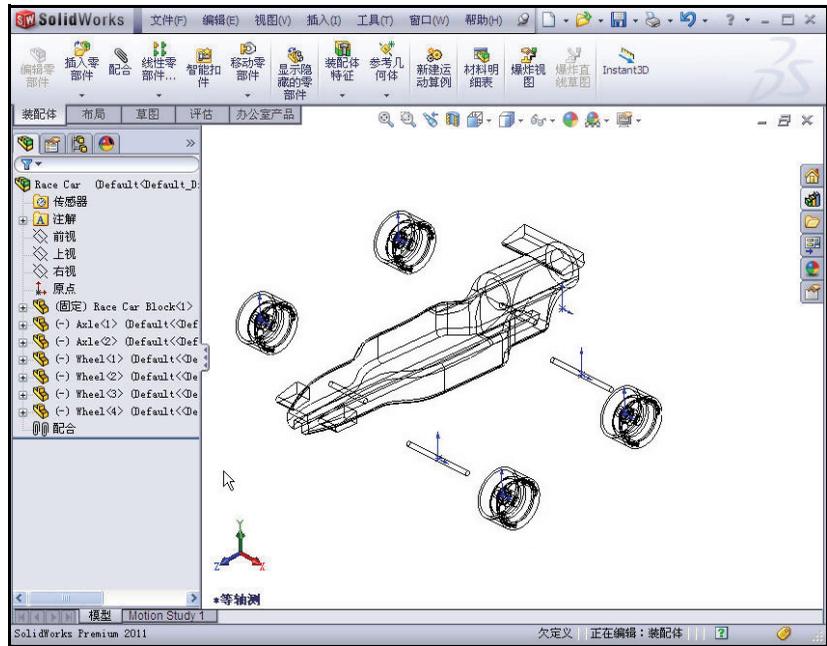
8 插入另外 3 个车轮。

将第二个车轮插入赛车右前部附近：Wheel<2>。

将第三个车轮插入赛车左后部附近：Wheel<3>。

将第四个车轮插入赛车左前部附近：Wheel<4>。

单击插入零部件 PropertyManager 中的取消 。查看更新后的 FeatureManager。



- 9 对原点解除激活。
单击菜单栏工具栏中的视图，然后取消选中原点。
- 10 保存模型。
单击菜单栏工具栏中的保存 .

- 11 应用旋转零部件应用工具。
旋转位于模型左侧的两个车轮。

单击 CommandManager 中的装配体选项卡。

单击 FeatureManager 中的 Wheel<3>。此为左后车轮。



单击装配体工具栏中的旋转零部件  工具。旋转零部件 PropertyManager 随即显示。



如图所示旋转 Wheel<3>。

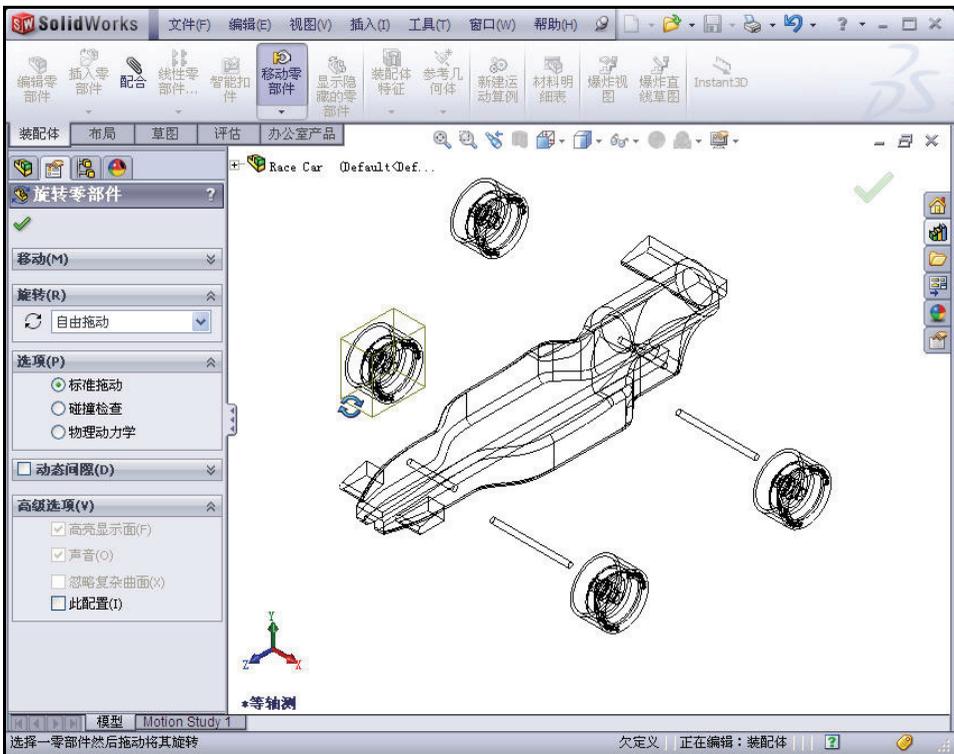
单击弹出 FeatureManager 中的 Wheel<4>。此为左前车轮。

如图所示旋转 Wheel<4>。

单击旋转零部件 PropertyManager 中的确定 。

12 重建模型。

单击菜单栏中的重建模型 。



插入配合

装配体是一个文档，在其中两个或多个零件以及其它装配体（子装配体）相互配合。在装配体中，零件和子装配体都称为零部件。配合用于生成零部件之间的关系。面是配合中最常用的几何形状。在这种情况下，现有的子装配体配合在一起，构建一个基于您生成的赛车零件的装配体。

配合分为 3 种类型：**标准配合**、**高级配合**和**机械配合**。

标准配合

- 重合
- 平行
- 垂直
- 相切
- 同心
- 锁定
- 距离
- 角度

高级配合

- 对称
- 宽度
- 路径配合
- 线性 / 线性耦合
- 距离 / 角度限制

您可以选择多种不同几何形状来生成配合：

- 面
- 基准面
- 边线
- 顶点
- 草图线和草图点
- 轴和原点

注释： 在本节中，将模型放置在适当位置以查看正确的草图实体。使用前导视图工具栏中的**局部放大**  工具、鼠标中键以及 **f** 和 **z** 键。



- 1 将车轴配合到车身。
在后轴与车身之间生成一个重合配合。

单击装配体工具栏中的配合  工具。配合 PropertyManager 随即显示。

提示：缩放和 / 或旋转视图，以便更加容易地选择要配合的面或边线。

在图形区域中展开弹出 Race Car FeatureManager。

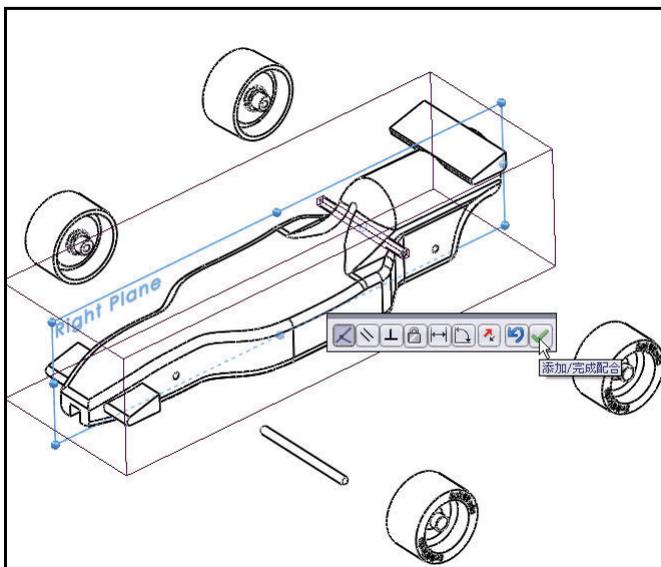
单击弹出 FeatureManager 中的 Race Car Block / 右视基准面。

单击弹出 FeatureManager 中的 Race Car Axle<1> / 右视基准面。默认情况下，重合配合处于选中状态。



选择的基准面在配合选择框中显示。

单击添加 / 完成配合  以接受该配合。



2 插入同心配合。

在后轴与车身之间生成一个同心配合。

如图所示拖动 Axle<1>。

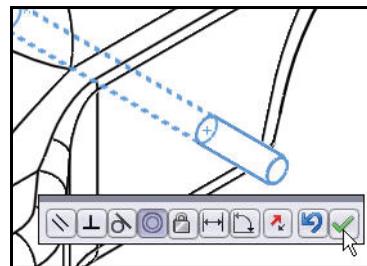
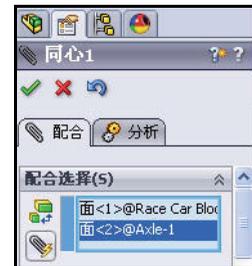
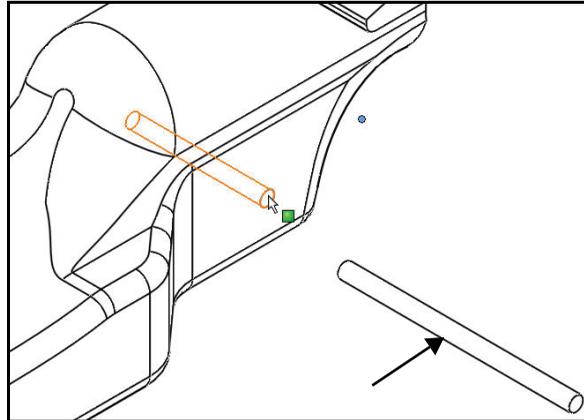
单击后车轴孔的内圆柱面。

单击 Axle<1> 的外圆柱面。

默认情况下，同心配合处于选中状态。

单击添加 / 完成配合 以接受该配合。

注释： 在本节中，将模型放置在适当位置以查看正确的草图实体。使用局部放大  工具、鼠标中键以及 **f** 和 **z** 键。



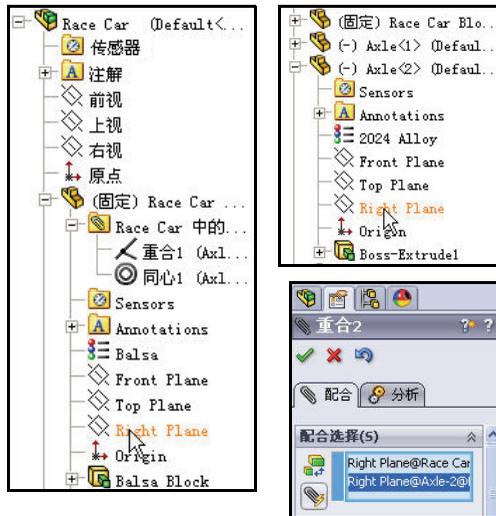
3 插入重合配合。

在前轴与车身之间生成一个重合配合。

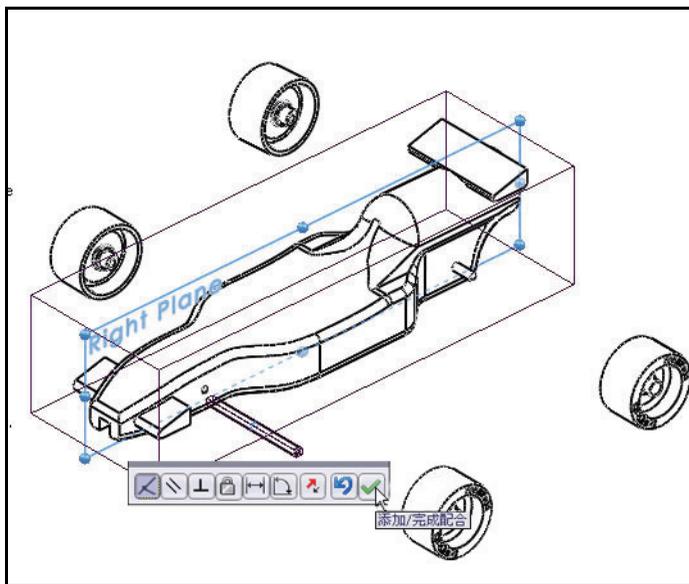
单击弹出 FeatureManager 中的 Race Car Block / 右视基准面。

单击弹出 FeatureManager 中的 Race Car Axle<2> / 右视基准面。

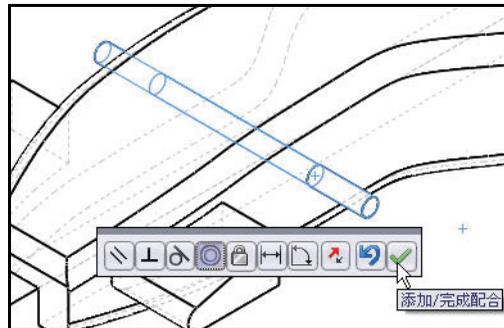
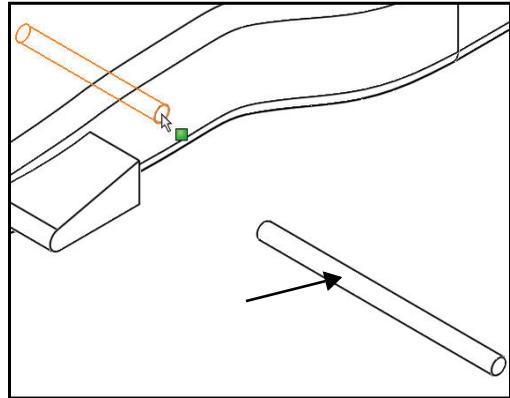
默认情况下, 重合配合处于选中状态。



单击添加 / 完成配合 以接受该配合。

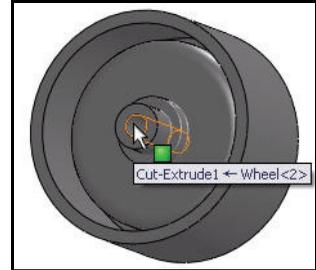
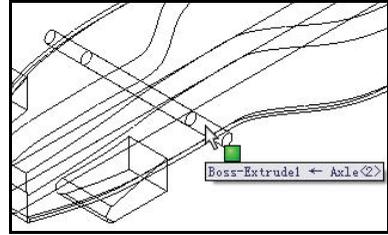


- 4 插入同心配合。
在前轴与车身之间生成一个同心配合。
- 如图所示拖动 Axle<2>。
- 单击后车轴孔的内圆柱面。
- 单击 Axle<2> 的外圆柱面。
- 默认情况下，同心配合处于选中状态。
- 单击添加 / 完成配合 以接受该配合。
- 我们在下一节将生成车轮与车轴的配合。



- 1 将车轮配合到车轴。
在前轴与右前车轮之间生成同心配合。
单击 Axle<2> 的外圆柱面。
单击右前 Wheel<2> 的内圆柱面。
默认情况下, 同心配合处于选中状态。
单击添加 / 完成配合 以接受该配合。

注释: 将模型放置在适当位置以查看正确的草图实体。



2 生成距离配合。

在右前 Axle<2> 的外端面与右前 Wheel<2> 的外表面之间生成距离配合。

单击右前 Axle<2> 的外端面。

单击前导视图工具栏中的上色 。

如图所示单击右前 Wheel<2> 的外表面。

单击距离配合  工具。

输入 7mm。

单击添加 / 完成配合  以接受该配合。

3 将其余的 3 个车轮配合到前、后车轴上。
重复执行以上步骤，在车轴与车轮之间生成同心配合。

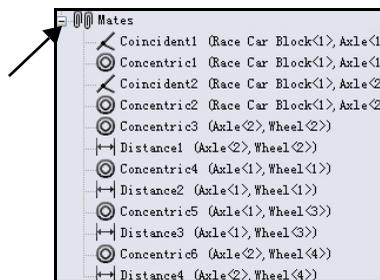
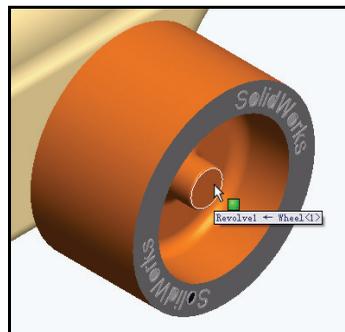
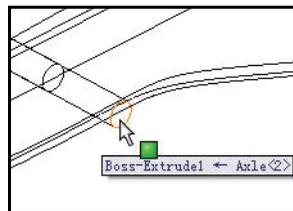
在车轴外端面与车轮外表面之间生成距离配合。

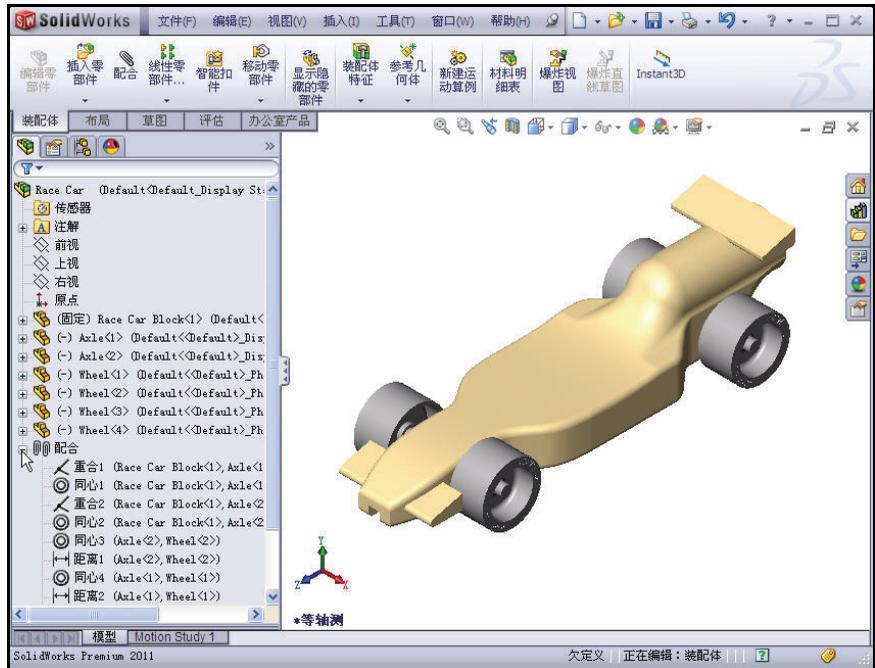
单击配合 PropertyManager 中的确定 。

4 查看生成的配合。

在 FeatureManager 中展开 Mates 文件夹。

查看生成的配合。





- 5 保存模型。
单击菜单栏工具栏中的保存 。

计算赛车的重量

对于已经完成且做好参赛准备的赛车，其重量不得少于 55 克。而且这是未装入 CO₂ 气瓶时的重量下限。请检查模型的质量。应用质量属性工具。

- 1 单击 CommandManager 中的评估选项卡。

单击评估工具栏中的质量属性 。

质量属性对话框随即显示。

单击选项按钮。

选中使用自定义设定框。

请选择 4 作为小数位数。

单击确定。

质量 = 54.9815 克。

注释: 如果没有为所有边线生成圆角或者生成的圆角过多，则质量可能会有所不同。

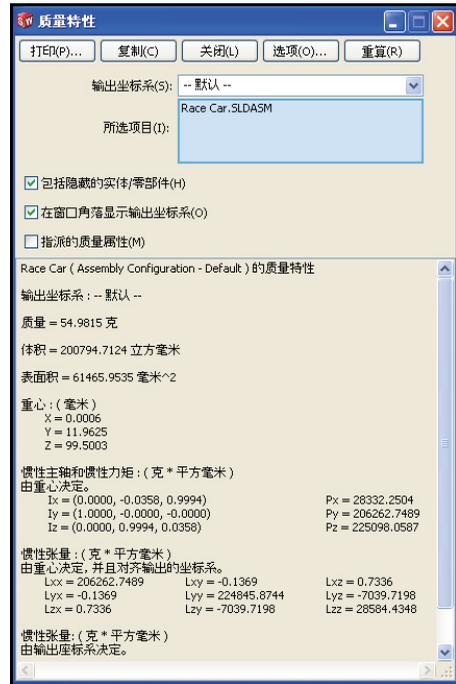
您需要考虑链钩、油漆、贴图的质量，还要考虑研磨工艺。该质量可做为估算值，一定要在参加竞赛前对完成的赛车称重。本课最后提供了一个重要尺寸规则要求的列表。

注释: 2024 合金钢车轴零件的质量是 0.9896 克。如果车轴零件的材料改为 AISI 304，Race Car 质量将总共增加大约 3.67 克。深入探究这一点，将其当作一个练习。

关闭质量属性对话框。

- 2 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的保存 。



计算赛车的总长度

对于已经完成且做好参赛准备的赛车，其车身长度不能超过 210mm，且车轮直径应介于 26mm 和 34mm 之间。应用测量工具，得到 Race Car 装配体的以上测量值。



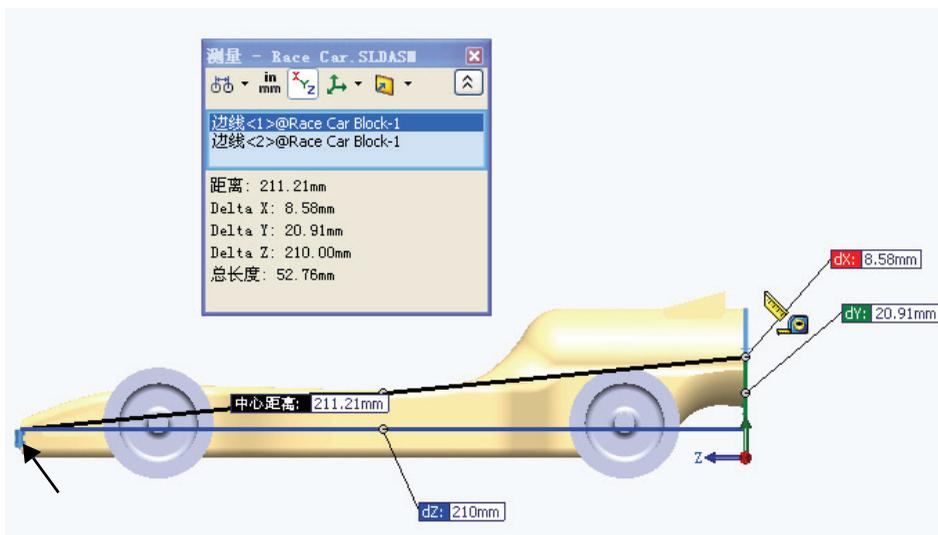
1 测量赛车的总长度。

单击前导视图工具栏中的**右视**  视图。

单击评估工具栏中的**测量**  工具。测量 - Race Car 对话框随即显示。

单击 Race Car 的前边线。如果需要，请进行放大以选择边线。

单击 Race Car 后边线。注意：选择的是边线而不是点或面。查看结果。

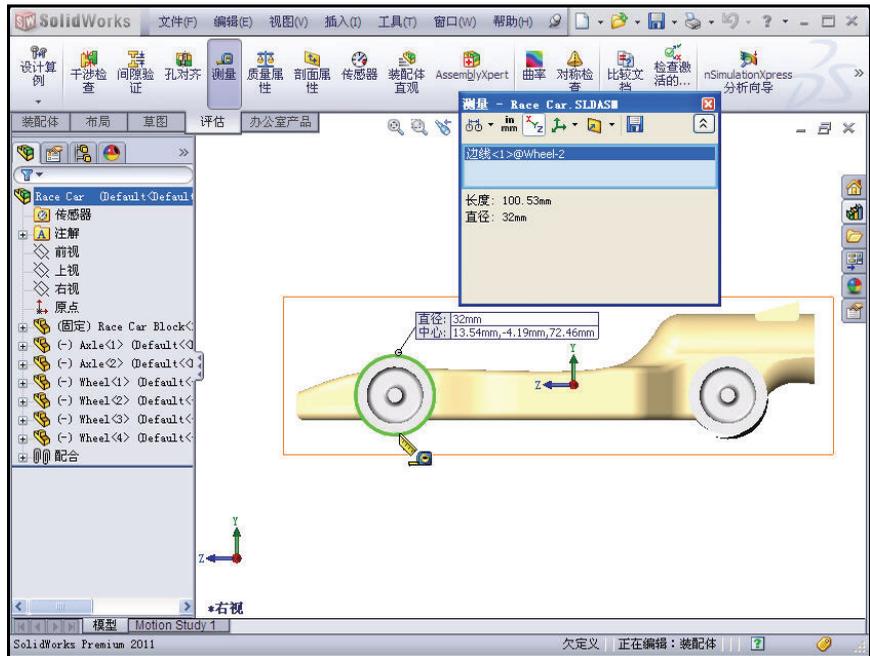


注释： Balsa Block 的外形尺寸是 223mm x 50mm x 65mm。如果打算使用夹具对您的赛车进行机械加工，必须确保您的设计不得长于 210mm。因为大多数夹具都通过一个前底板来固定 Balsa Block 前端，如果您的设计过长，可能会使端铣刀断裂或者损坏夹具。。

- 2 测量 Wheel<2> 的直径。
在选择框的内部单击右键。
单击消除选择。

单击前 Wheel<2> 的直径。Wheel<2> 的直径是 32mm。

注释: 请记住, 车轮直径应该介于 26mm 和 34mm 之间。



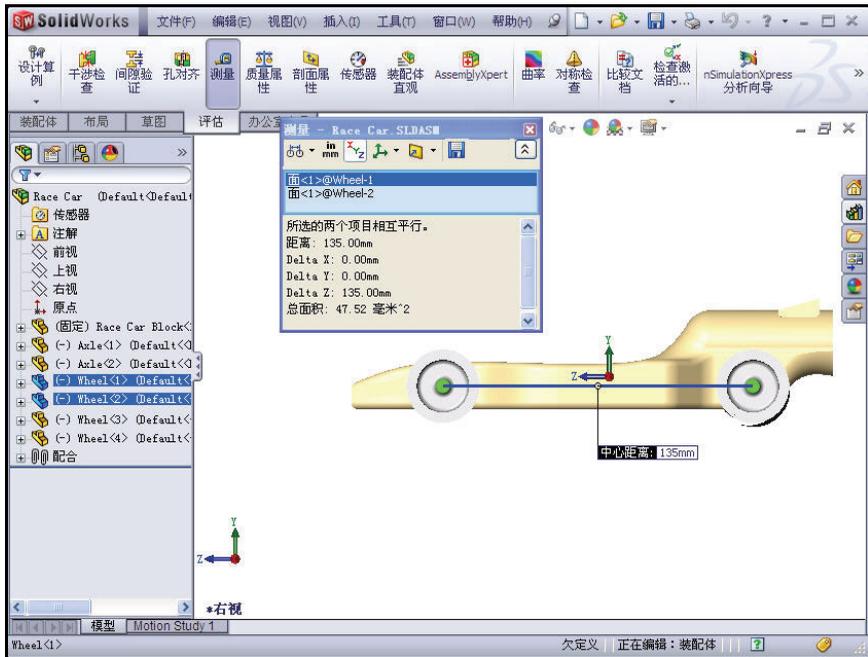
- 3 测量两个轮毂之间的中心距离。
在选择框的内部单击右键。

单击消除选择。

单击前 Wheel<1> 的轮毂正面。

单击后 Wheel<2> 的轮毂正面。两个轮毂之间的中心距离是 135mm。

关闭测量 - Race Car 对话框。



生成爆炸视图

出于制造目的，我们经常需要分离装配体中的零部件以形象地分析它们之间的相互关系。装配体的爆炸视图可让您分离其中的零部件以便查看这个装配体。

一个爆炸视图由一个或多个爆炸步骤组成。每一个爆炸视图是保存在所生成的装配体配置中。每一个配置都可以有一个爆炸视图。

在生成或编辑装配体的爆炸视图时，爆炸 PropertyManager 将会显示。

注释： 装配体爆炸时，您不能给装配体添加配合。



1 生成爆炸视图配置。

单击前导视图工具栏中的等轴测 。

单击 **ConfigurationManager**  选项卡。

右键单击 ConfigurationManager 中的默认。

单击新爆炸视图  工具。爆炸 PropertyManager 随即显示。

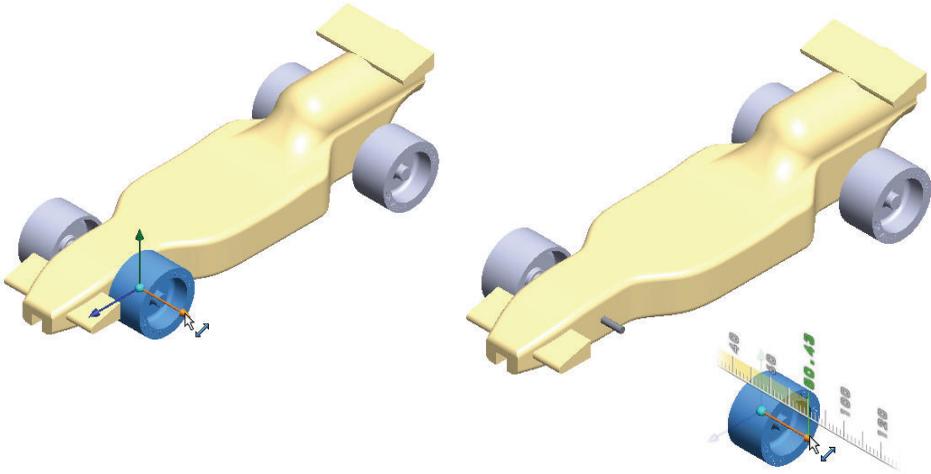
在图形区域中单击模型的右前 wheel<2>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向右拖动。

注释： 将车轮向右拖动至足够远的位置，给 Axle<2> 留出空间。

单击设定框中的完成按钮。



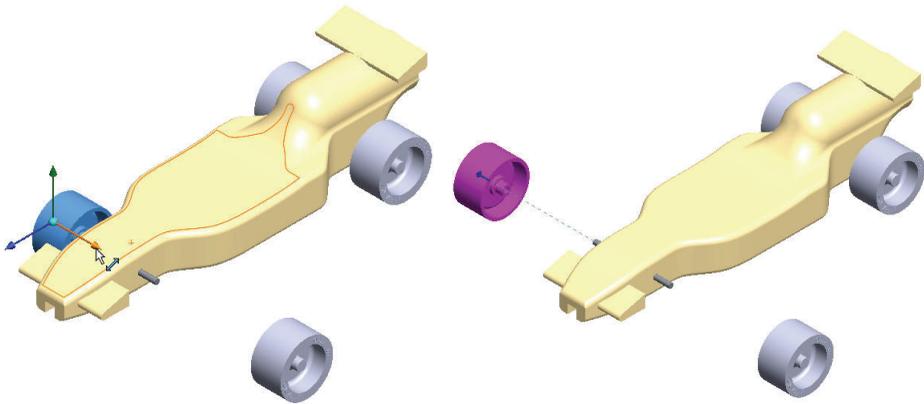


2 生成爆炸步骤 2。

单击模型的左前 Wheel<4>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向左拖动。

单击设定框中的完成按钮。



3 生成爆炸步骤 3。

单击模型的右后 Wheel<1>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向右拖动。将车轮向右拖动至足够远的位置，给 Axle<1> 留出空间。

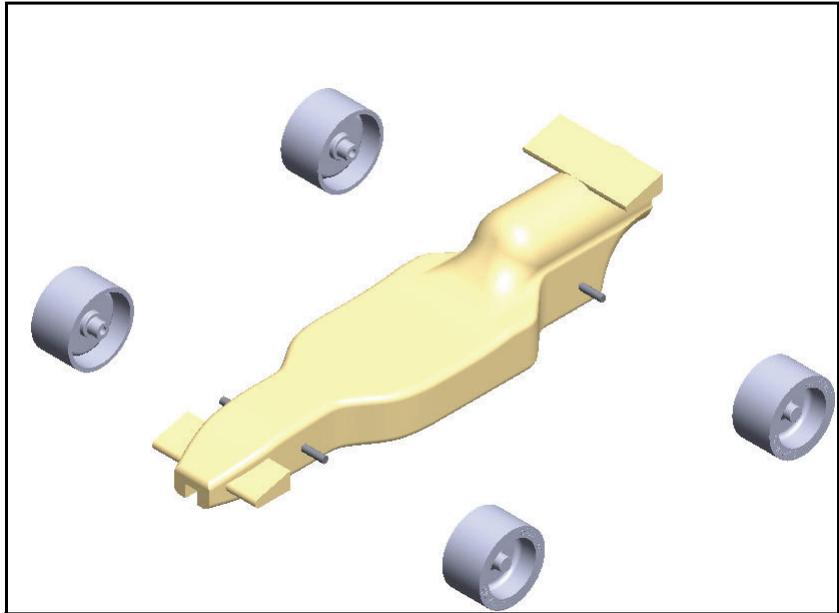
在设定框中单击完成按钮。

4 生成爆炸步骤 4。

单击模型的左后 Wheel<3>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向左拖动。

在设定框中单击完成按钮。查看结果。

**5 生成爆炸步骤 5。**

单击模型的前 Axle<2>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向右拖动。

在设定框中单击完成按钮。



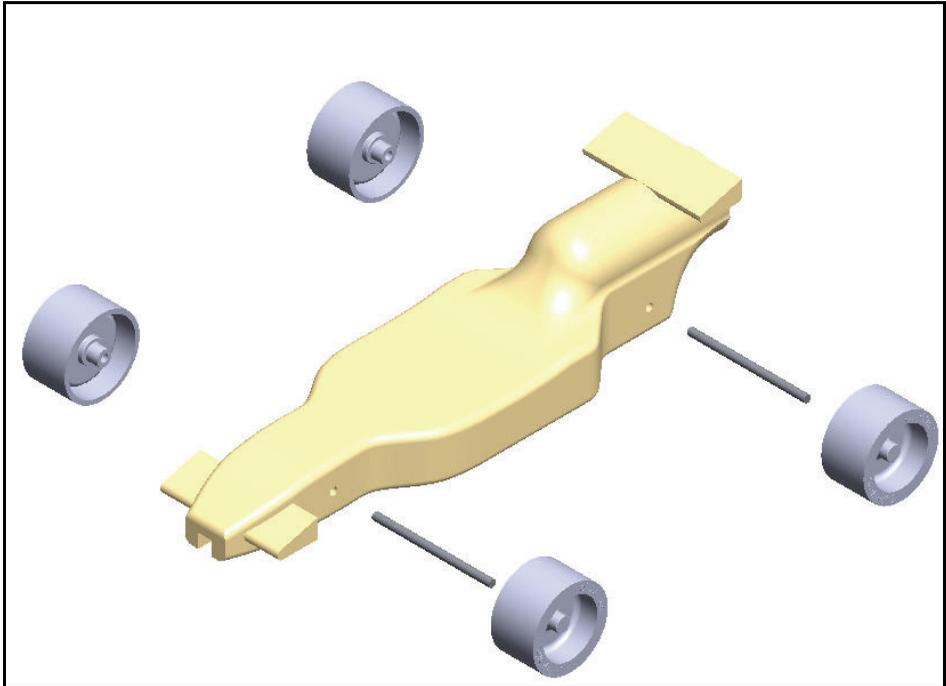
6 生成爆炸步骤 6。

单击模型的右后 Axle<1>。一个三重轴随即显示。

单击红色 / 橙色的三重轴箭头并将其向右拖动。

在设定框中单击完成按钮。查看模型。

展开爆炸步骤框中的每个爆炸步骤。查看结果。



7 返回到 ConfigurationManager。

在爆炸 PropertyManager 中单击确定 。

8 制作装配体的动画。

展开默认配置。ExpView1 随即显示。

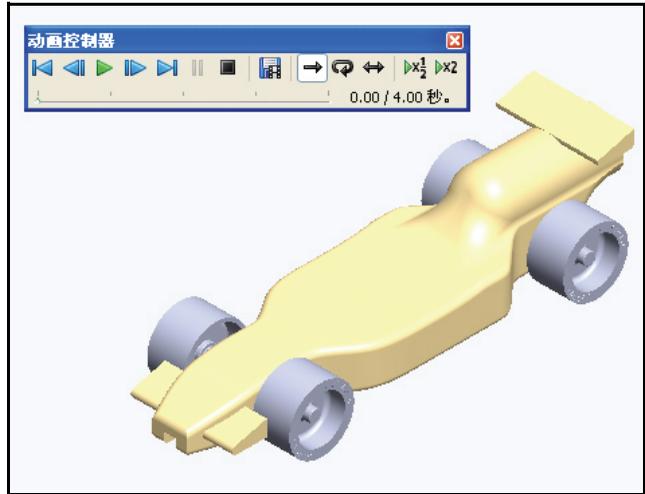
右键单击 ExpView1。

单击动画解除爆炸。查看结果。



单击动画控制器对话框中的**播放**按钮。查看 Race Car 的动画。

关闭动画控制器对话框。



9 返回到 FeatureManager。

单击 **FeatureManager**  选项卡。

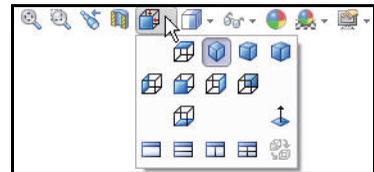
10 保存模型。

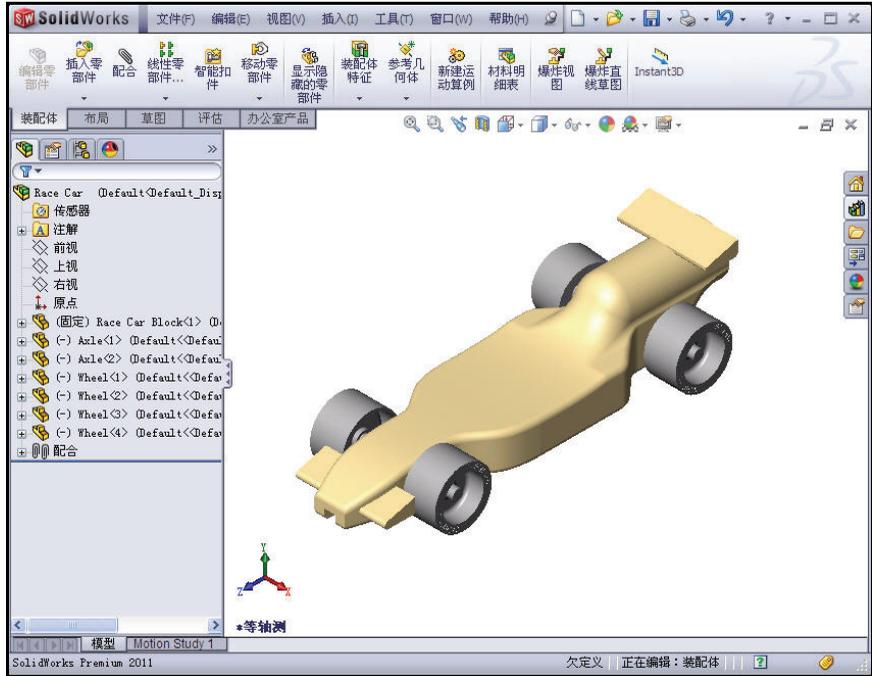
单击前导视图工具栏中的**等轴测** .

单击菜单栏中的**保存** .

现在，您的装配体即告完成。

在下一节中，我们将打开装配体中的各个零件并且应用测量工具。





- 1 打开装配体中的 **Race Car Block** 零件。
右键单击 FeatureManager 中的 (f) Race Car Block<1>。
单击关联工具栏中的打开零件 。Race Car Block FeatureManager 随即显示。



2 返回到 **Race Car** 装配体。

依次单击菜单栏菜单中的窗口、Race Car。
Race Car 装配体随即显示。

3 打开装配体中的 **Axle** 零件。

右键单击 FeatureManager 中的 Axle<1>。
单击关联工具栏中的打开零件 。Axle
FeatureManager 随即显示。

4 向 **Axle** 应用测量工具。

测量总长度。

单击前导视图工具栏中的前视 。

按 **f** 键使模型适合图形区域。



单击评估工具栏中的测量  工具。测量 - Axle 对话框随即显示。

单击 Axle<1> 的左边线。

如果需要，请进行放大以选择边线。

单击 Axle<1> 的右边线。

查看结果。



5 测量 **Axle** 的直径。

如图所示，在选择框的内部单击右键。

单击消除选择。

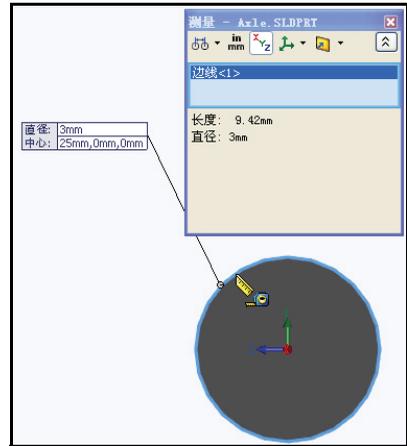
单击前导视图工具栏中的右视  视图。



单击 Axle<1> 的圆周。直径是 3mm。

关闭测量 - Axle 对话框。

单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。



6 返回到 Race Car 装配体。

依次单击菜单栏菜单中的窗口、Race Car。

Race Car 装配体随即显示。



1 探究各种布景和视图设置。

在前导视图工具栏中，单击应用布景  工具中的下拉箭头。

查看显示的选项。

单击背景幕 - 白色环境光。

查看图形区域中的结果。

单击纯白色。

查看图形区域中的结果。

单击暖色厨房。



在前导视图工具栏中，单击视图设置  工具中的下拉箭头。

单击在上色模式下加阴影  图标。

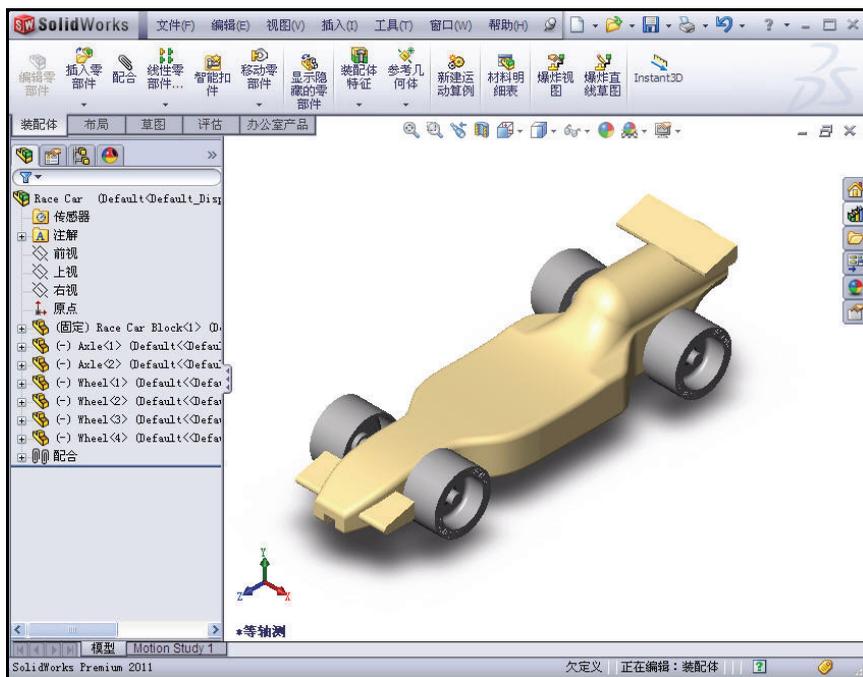
用鼠标中键旋转模型。查看结果。



2 保存模型。

单击前导视图工具栏中的等轴测 。

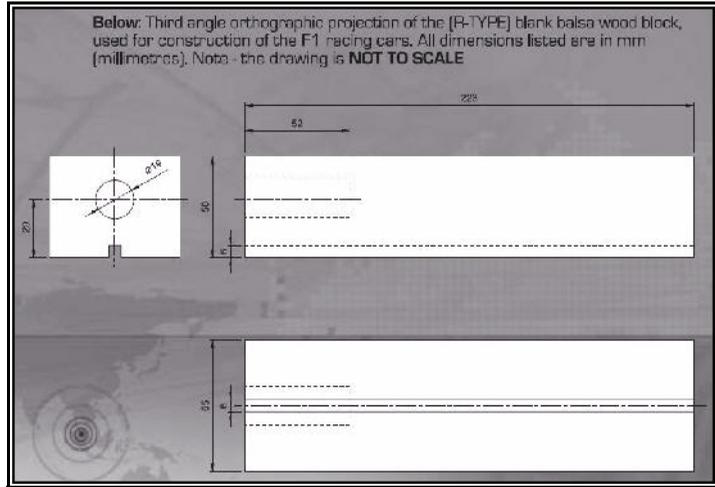
单击前导视图工具栏中的上色 。



单击菜单栏中的保存 。现在，您的装配体即告完成。查阅下面的内容，了解一些有关 CO₂ 气瓶 Race Car 装配体的尺寸规则要求。在下一节中，您将生成一个带尺寸的 Race Car 装配体工程图。

赛车尺寸要求

下面是一些有关 Race Car Block 和 CO₂ 气瓶孔的尺寸要求（R 型）。请查阅这些尺寸要求。并应用测量工具以确认您的赛车满足设计要求！



车身尺寸是从 F1inschools.co.uk 网站上的 2010 - 2011 Rules and Regulations 文件夹中复制的。

Body Dimensions			
No.	Structure	Min.	Max.
3a.	Full body length*	170	210
3b.	Body height above the track* (excluding eyelets) including side pods and wings	3	10
3c.	Body width at side pods*	50	65
3d.	Total body width, including wheels* (all dimensions stated in millimetres, mm.)	60	85
No.	Structure	Min. Weight	
3e.	Body weight without the CO ₂ cartridge (all weight values stated in grams, g.)	55.0	
3f.	No part of the body should be less than 3mm thick - this excludes air foils / wings		
3g.	Maximum body height (including aerofoils)	60	
* Additional Notes			
3a. measured between front and rear extremities of body.			
3b. measured from track surface to the car body.			
3c. measured from side-to-side of the car body - the side pods are the part of the car that flanks the sides of the cockpit area of the car. The outside face of the side pods when viewed from the side the pods must present a surface measuring not less than 30X15 mm - a sticker of 30X15mm will be applied to both side pods and must be 100% visible when viewed from the side. Side pods can be convex, concave or flat but capable of taking the F1 in Schools promotional logo decal.			
3d. measured between outside edges of the wheels or body, whichever is widest.			

车轮尺寸是从 F1inschools.co.uk 网站上的 2010 - 2011 Rules and Regulations 文件夹中复制的。

Wheel Dimensions

4a. All F1 cars must have 4 wheels, two at the front, two at the rear and all wheels must be cylindrical.

4b. All wheels must fit the following criteria:

No.	Structure	Min.	Max.
4c.	Front wheel diameter *	26	34
4d.	Front wheel width * (at surface contact point)	15	19
4e.	Rear wheel diameter *	26	34
4f.	Rear wheel width * (at surface contact point)	15	19

(all dimensions stated in millimetres, mm.)

4g. All 4 wheels must touch the racing surface at the same time and all wheels should roll easily.

4h. Wheel dimensions must be consistent with the whole diameter/circumference of the wheel.

4i. A school/college/organised youth group may manufacture their own wheels, as long as they fit within the set specification.

*** Additional Notes**

4c. & 4e. measured to the extreme outer edges of each wheel.
 4d. & 4f. measured between the extreme edges (including any protrusions).

车轮到车身的尺寸设计是从 F1inschools.co.uk 网站上的 2010 - 2011 Rules and Regulations 文件夹中复制的。

Wheel to Body Dimensions

The wheels are not allowed to be inside the car body and 100% of the wheel should be visible from the plan, side and views.

No.	Structure	
5a.	Front wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No
5b.	Rear wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No

动力装置的尺寸设计 requirements 是从 F1inschools.co.uk 网站上的 2010 - 2011 Rules and Regulations 文件夹中复制的。

Power Plant

The event organisers will provide all CO₂ cartridges for the regional finals, national finals and World Championship.

No.	Structure	Min.	Max.
6a.	CO ₂ cartridge chamber diameter	19.1	19.9
6b.	Lowest point of chamber to the track surface *	22.5	30
6c.	Depth of hole	50	60
6d.	Wall thickness around cartridge *	3.1	-

6e. No paint is allowed inside the chamber (please seal off or protect the chamber while painting).

*** Additional Notes**

6b. measured from track surface to lowest surface part of the CO₂ chamber.

6d. clear space surrounding the CO₂ cartridge below 3 mm the car will not be allowed to race and loose marks accordingly.

赛车车身及前翼和尾翼的尺寸设计 requirements 是从 F1inschools.co.uk 网站上的 2010 - 2011 Rules and Regulations 文件夹中复制的。

Car Body and Wings

8a. The car body including side pods AND rear wing, must be machined from a single piece of balsa wood. Aerofoils at the front may be machined as part of the car body or from a separate material - non-metallic.

8b. The design of the completed R-TYPE car should resemble an actual F1 car and shall include the following features:
 An aerofoil on the front nose of the car, an aerofoil on the rear of the car and side pods on both sides of the car

No.	Structure	Min.	Max.
8c.	Rear/Front Wing width (where the wing is split by the body of the car, the width is calculated as a sum of both parts.)	40	65
8d.	Rear/Front wing depth	15	25
8e.	Front wing thickness	1	12
8f.	Rear wing thickness	3	12

*** Additional Notes**

The whole of the front aerofoil when viewed from the side must be in front of the centre line of the front axle.
 The whole of the rear aerofoil when viewed from the side must be behind the centre line of the rear axle.
 A driver cockpit/driver is an optional feature.
 Designs will be tested and examined for any implants or voids hidden within the car body.

8e/8f. The minimum depth of both front and rear wings is to be measured at the narrowest point on each wing.

课程 3

生成装配体工程图

完成本课程后，您将能够：

- 生成 B 号图纸 Race Car 装配体工程图
- 在任务窗格中应用查看调色板
- 插入带有材料明细表的等轴测视图
- 修改视图比例
- 修改图纸比例
- 添加工程图图纸
- 编辑工程图标题块
- 插入前视、上视和右视视图
- 将尺寸插入工程图视图
- 生成爆炸等轴测视图

工程图

通过 SolidWorks 软件, 您可以轻而易举地生成零件和装配体的工程图。这些工程图与所引用的零件和装配体完全关联。如果您在完成的工程图上更改某个尺寸, 该更改会反向传递到模型。同样, 如果更改了模型, 工程图也会自动更新。

工程图会传递所代表物体的三方面信息:

- **形状** — 传递对象形状的视图。
- **大小** — 传递对象大小的尺寸。
- **其它信息** — 传递以下加工工艺的非图形信息的注释, 如钻孔、铰孔、柱孔、喷漆、电镀、研磨、热处理、清除毛刺等。

生成装配体工程图

1 打开 Race Car 装配体。

依次单击**文件**、**打开**, 或者单击菜单栏工具栏中的**打开** 。

浏览到 Race Car 装配体文件夹。

打开 Race Car 装配体。

Race Car 装配体 FeatureManager 随即显示。



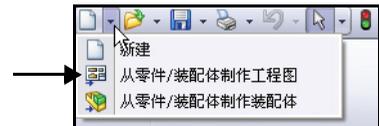
2 生成 ANSI 装配体工程图文档。

单击菜单栏工具栏中的**从零件 / 装配体制作工程图**  工具。

接受标准工程图模板。

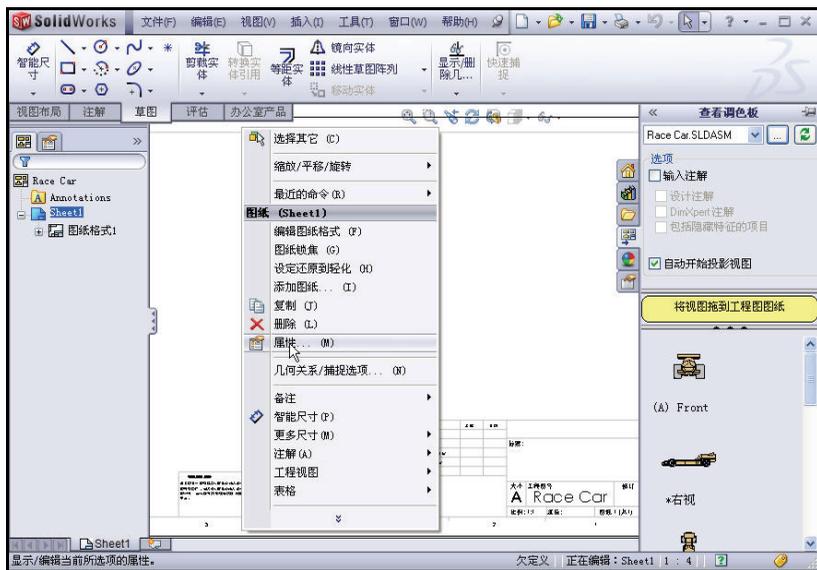
在新 SolidWorks 文档对话框中单击**确定**。

在图纸格式 / 大小对话框中单击**确定**。



在工程图图纸内部单击右键。

单击属性。图纸属性对话框随即显示。



- 3 选择图纸大小和投影类型。
将图纸格式 / 大小选为 **B (ANSI)** 横向。

图纸的默认名称是 Sheet1。

将投影类型选为第三角度。

图纸比例大小为 1:5。

选中显示图纸格式框。

单击图纸属性对话框中的确定。工程图图纸随即显示。



- 4 设置文档属性。
依次单击工具、
选项，或者单击
菜单栏工具栏中的
选项 。



单击文档属性选
项卡。



对于总绘图标准，
请选择 **ANSI**。

注释： 单位系统为 MMGS（毫米、
克、秒）。

- 5 设置注解字体。
单击注解文件夹。



单击字体按钮。选择字体对
话框随即显示。选择工程图
字体。



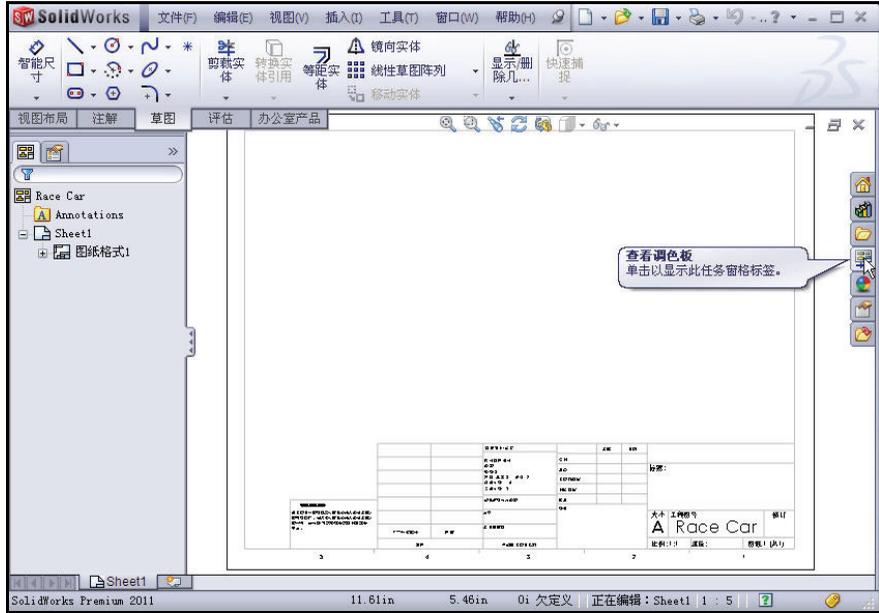
从字体框中选择 **Century
Gothic**。

从字体样式框中选择常规。
选中高度区域中的磅框。

选择 **16**。

- 6 关闭“选择字体”对话框。
单击确定。

- 7 返回到图形区域。
单击确定。



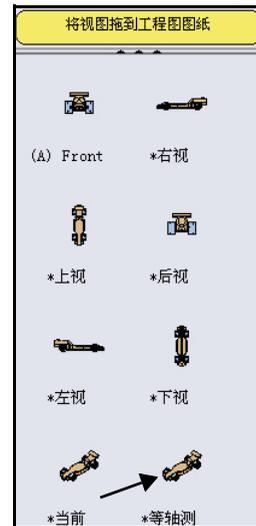
- 8 插入等轴测视图。

使用查看调色板插入工程图视图。查看调色板包含所选模型的标准视图、注解视图、剖面视图和平板型式（钣金零件）图像。您可以通过将视图拖放至激活的工程图图纸来生成一个工程图视图。

如果需要，单击任务窗格中的查看调色板  选项卡。

将 * 等轴测图标拖放至 Sheet1。

等轴测视图随即显示。工程图 View1 PropertyManager 随即显示。



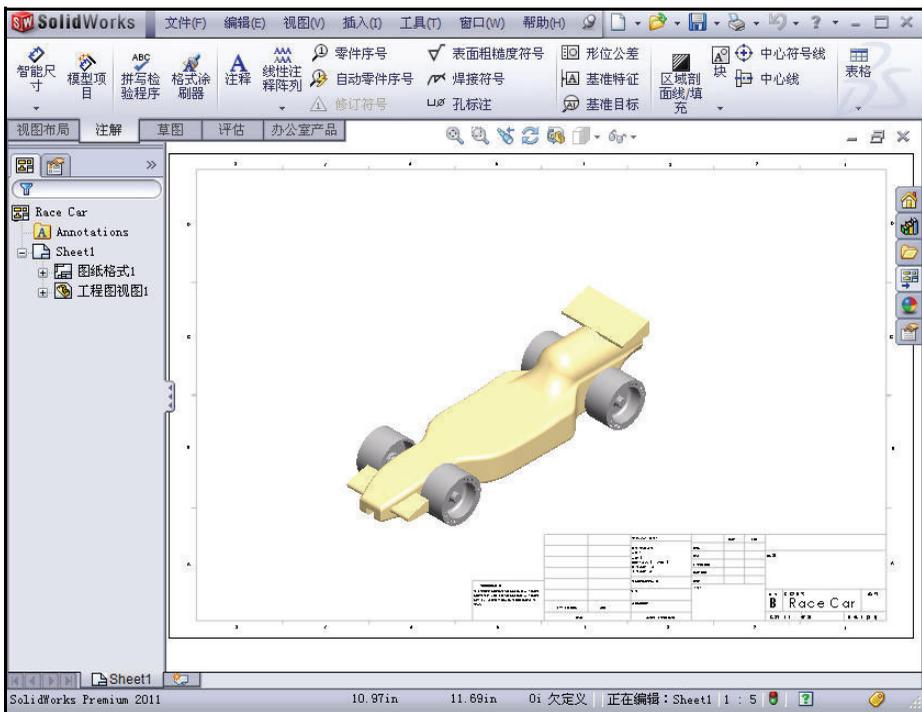
- 9 修改图纸比例和显示模式。
选中使用自定义比例框。

从下拉菜单中选择 1:1。

单击“显示样式”框中的上色。

在工程图 View1 PropertyManager 中单击确定 。

- 10 对原点解除激活。
如果需要，单击菜单栏菜单中的视图，然后取消选中原点。



11 编辑标题块。

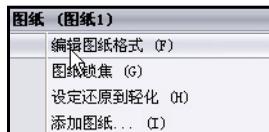
工程图图纸的标题会根据装配体文件属性中的信息自动填写。

在 **Sheet1** 的内部单击右键。不要在等轴测视图内部单击。

单击编辑图纸格式。

放大标题块。

双击“标题”框内的 **Race Car**。



从下拉菜单中选择 **22**。

单击注释 PropertyManager 中的确定 



12 返回到工程图。

右键单击编辑图纸。

查看结果。

13 使工程图适合图纸。

按 **f** 键。

14 保存工程图。

单击保存 。接受默认名称。

单击保存。



生成材料明细表。

将材料明细表 (BOM) 插入 Race Car 装配体工程图中。如果选择了工具、选项、文档属性、出详图下的自动更新材料明细表选项，则在添加或删除零部件时，材料明细表会自动更新以反映这些变更。

这些变更包括添加、删除或替换零部件，改变零部件的名称或自定义属性等。

1 生成材料明细表。

在等轴测视图内部单击。工程图 View1 PropertyManager 随即显示。

单击 CommandManager 中的注解选项卡。

单击表格、材料明细表。材料明细表 PropertyManager 随即显示。接受默认设置。默认情况下，仅限顶层处于选中状态。在表格模板框中，材料明细表 - 标准处于选中状态。

在材料明细表 PropertyManager 中单击确定 。

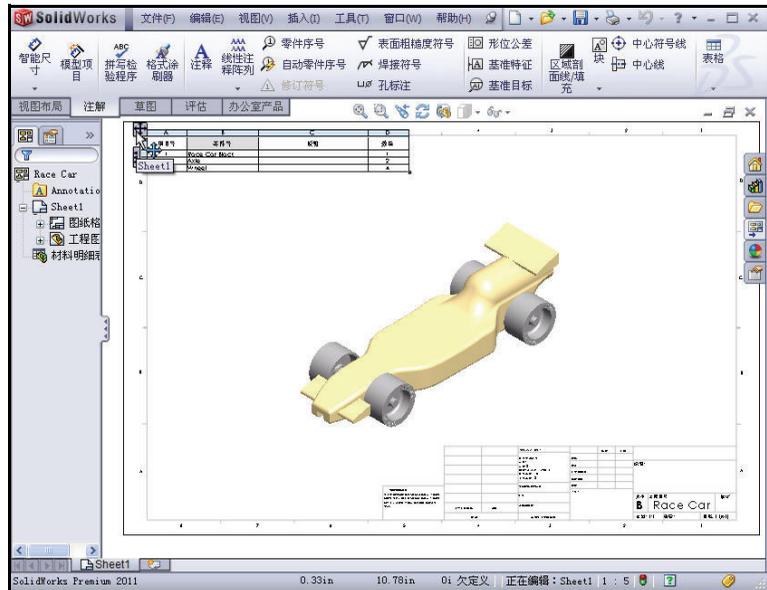
在 Sheet1 右上角的某个位置单击。

查看结果。

注释：打开一张新工程图时，您会选择一种图纸格式。标准图纸格式中包含指向系统属性和自定义属性的链接。

2 保存工程图。

单击保存 。



向工程图中添加图纸。

- 1 在工程图中添加图纸。
右键单击**添加图纸**。不要在等轴测视图内部单击。
Sheet2 随即显示。

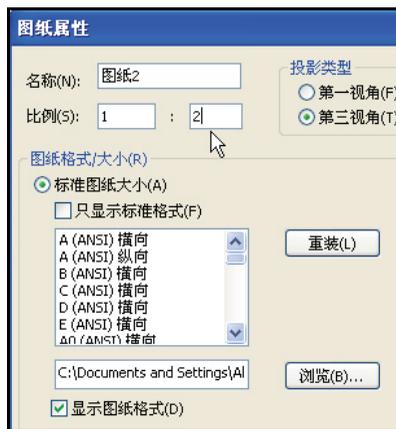


使用查看调色板插入前视、上视和右视图。

- 1 插入前视视图。
单击任务窗格中的**查看调色板** 选项卡。
将 * 前视图标拖动至 Sheet2 的左下角。前视视图随即显示。投影视图 PropertyManager 随即显示。
- 2 插入上视视图。
在前视视图正上方的某个位置单击。上视随即显示。
- 3 插入右视。
在前视正左方的某个位置单击。右视视图随即显示。
单击投影视图 PropertyManager 中的**确定** 。查看三个视图。

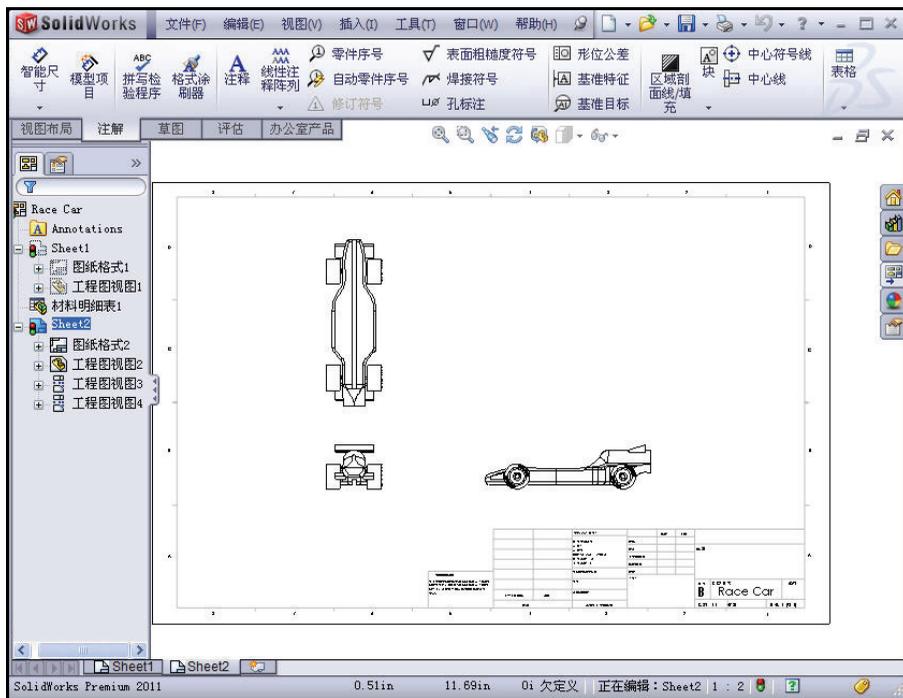


- 4 修改图纸比例。
在**图纸 2** 的内部单击右键。不要在工程图视图内部单击。
单击**属性**。
输入 **1:2** 作为比例。
在图纸属性对话框中单击**确定**。
单击**每个视图**并将其拖动到位。
- 5 重建工程图。
单击菜单栏工具栏中的**重建** .



6 保存工程图。

单击保存 。



插入右视工程视图尺寸。

- 1 将尺寸插入到 **Sheet2** 上的右视视图。
放大右视视图。

单击草图工具栏上的智能尺寸 。

单击右视视图中 Race Car 的左边线。

注释：选择一条边线。查看图标反馈符号。

单击右视视图中 Race Car 的右边线。

单击赛车下方的某个位置，以放置尺寸。赛车的总长度是 210mm。



2 将两个尺寸插入前视视图。

按 **f** 键使模型适合图纸。

放大前视视图。

单击车轮的左前边线。

单击车轮的右前边线。

单击赛车下方的某个位置，以放置尺寸。

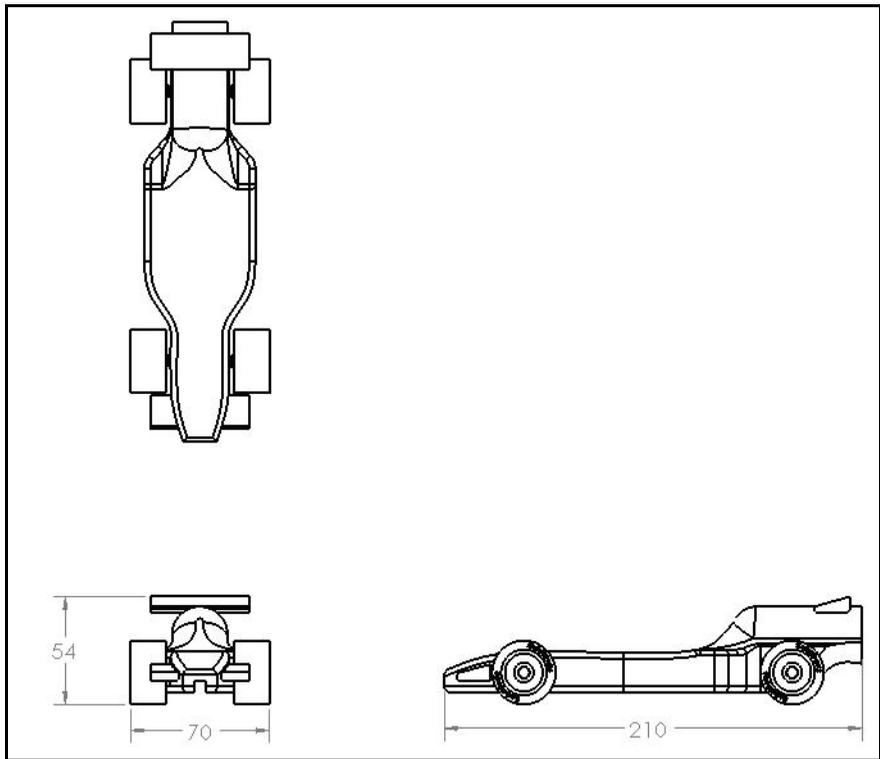
单击左前车轮底部。

单击顶翼顶部。

单击左边的某个位置，以放置尺寸。

单击尺寸 PropertyManager 中的确定 。

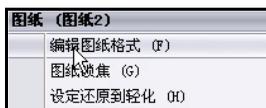
按 **f** 键使模型适合图纸。查看结果。



注释： 本课的目的不是生成尺寸标注完整的工程图。而是介绍工程师在生成产品文档时需要使用的一些基本步骤。如果竞赛需要，请在工程图上添加更多尺寸和信息。

3 编辑 Sheet2 上的标题块。

工程图图纸的标题会根据装配体文件属性中的信息自动填写。



在 **Sheet2** 的内部单击右键。不要在视图内部单击。

单击 **编辑图纸格式**。

放大标题块。

双击 **Race Car**。

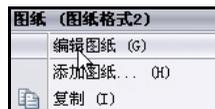


从下拉菜单中选择 **22**。

单击注释 PropertyManager 中的 **确定** .

右键单击 **编辑图纸**。

重建  工程图。

**4 使模型适合图纸。**

按 **f** 键。

5 保存工程图。

单击 **保存** .

**打开装配体中的零件****1 在 Sheet2 中打开 Race Car 装配体。在前视视图中单击右键。**

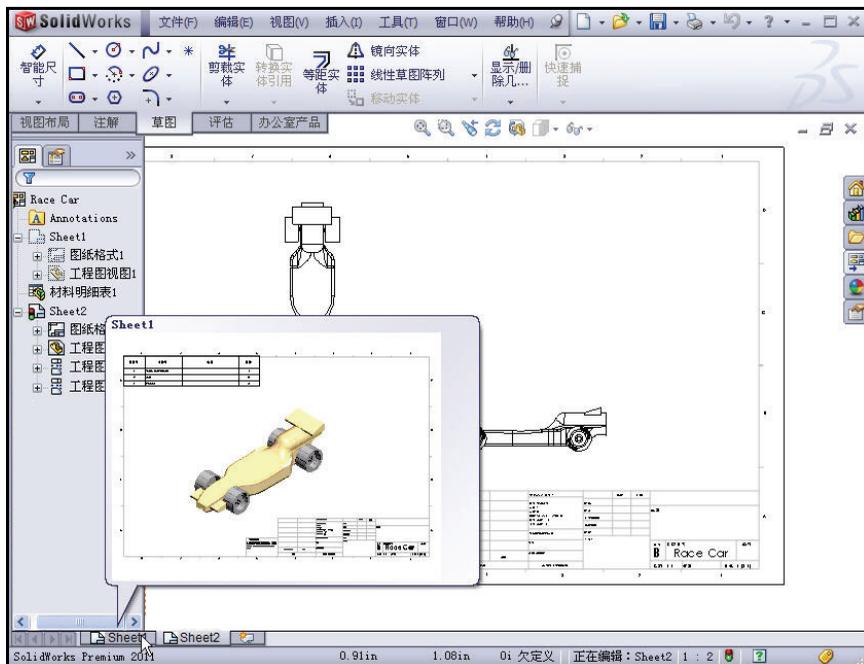
单击 **打开装配体**。Race Car 装配体随即显示。

2 返回到 Race Car 装配体工程图。

依次单击菜单栏菜单中的 **文件**、**关闭**。Race Car 工程图随即显示。



在下一节中，我们将返回到 **Sheet1** 并生成一个爆炸等轴测视图。



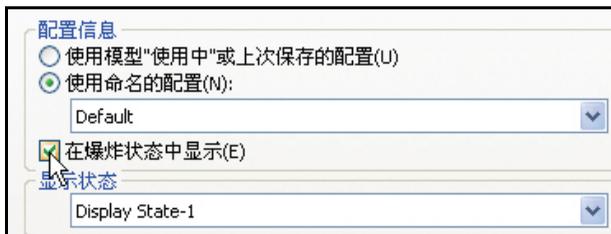
生成爆炸装配体视图

- 1 返回到 **Sheet1**。
单击图形区域底部的 **Sheet1** 标签以返回到 Sheet1。

- 2 生成爆炸状态。
在等轴测视图中单击右键。

单击属性。工程视图属性对话框随即显示。

选中在爆炸状态中显示框。



单击工程视图属性对话框中的**确定**。

3 修改视图状态。

在 Sheet1 的等轴测视图内部单击。工程 View1 PropertyManager 随即显示。

选中使用自定义比例框。

选择用户定义。

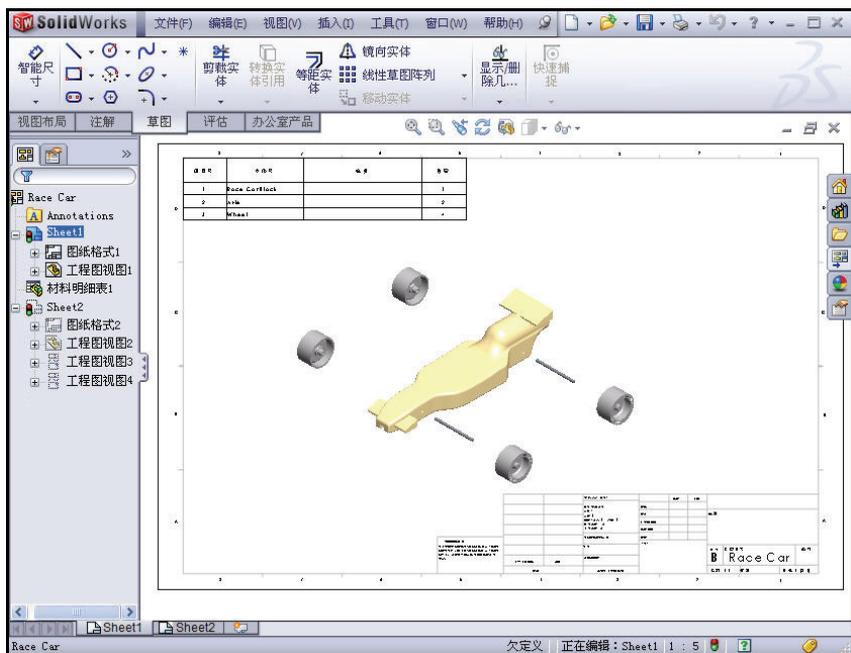
输入 **1:1.5**。

单击工程图 View1 PropertyManager 中的**确定** 。



4 保存工程图。

单击**保存** 。查看结果。您已经完成了本项目的制图部分。您生成了一个爆炸等轴测视图（顶层材料明细表在 Sheet1 上），并且生成了三个在 Sheet2 上插入了尺寸的视图。



课程 4

PhotoView 360™

完成本课程后，您将能够：

- 加载 PhotoView 360
- 生成 PhotoView 360 装配体配置
- 向 Race Car 装配体应用外观工具
- 应用布景工具
- 渲染 Race Car 装配体
- 在 Race Car 装配体上应用并编辑贴图工具
- 了解如何使图象更逼真并通过相应更改实现逼真渲染效果
- 保存 PhotoView 360 图象

PhotoView 360

PhotoView 360 软件是首屈一指的渲染解决方案，可用于为 3D CAD 模型生成逼真图像。利用 PhotoView 360，您的同事可以更加轻松地形象化您的设计。PhotoView 360 包含一些高级直观化效果，如用户定义的光源、广泛的外观和纹理库以及背景布景。

PhotoView 360 可让您灯光效果渲染现有布景中的模型。您选择一种工作室后，布景和灯光会自动添加，并会根据模型的大小调整比例。默认情况下，图象会在图形区域内渲染。您也可以以多种不同格式将图象保存到文件中，以便用于印刷材料和网页。

透过 PhotoView 360，您可以定义并修改以下渲染元素：

- 布景
- 外观
- 贴图
- 光源
- 图象输出格式



激活 PhotoView 360

渲染是向模型应用外观、布景、光源和贴图信息的一个过程。

- 1 打开 **Race Car** 装配体。
单击菜单栏工具栏中的打开 

浏览到 PhotoView 文件夹中的 Race Car 装配体的位置，或者使用您自己生成的装配体。

打开 Race Car 装配体。

Race Car 装配体随即在图形区域中显示。



2 激活 PhotoView 360。

单击 CommandManager 中的 **Office 产品** 选项卡。查看显示的选项。

在 CommandManager 中单击 **PhotoView 360** 。PhotoView 360 显示在菜单栏菜单中。

单击前导视图工具栏中的 **带边线上色**。

注释：切边随即显示。



3 显示可用的 PhotoView 360 工具。

单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。查看下拉菜单和可用的工具。



生成用于渲染的配置

建议您生成一个专门用于渲染的装配体配置。如此一来，您即可在不影响工程图等内容的前提下对装配体进行更改。

1 生成新配置。

单击 **ConfigurationManager**  选项卡。

右键单击 **Race Car**。

单击 **添加配置**。添加配置 PropertyManager 随即显示。

注释: 新配置是激活配置的副本。

在配置名称框中输入 **PhotoView 360**。

在说明框中输入 **PhotoView 360**。

单击添加配置 PropertyManager 中的 **确定** 。



2 查看 PhotoView 360 配置。

单击 ConfigurationManager 中的 **PhotoView 360** 配置。

单击 **DisplayManager**  选项卡。

DisplayManager 列出应用到当前模型的外观、贴图、灯光、布景和摄像机。从 DisplayManager 可以查看应用的内容以及添加、编辑或删除项目。DisplayManager 还可用于访问 PhotoView 选项。

单击视图、布景、灯光和摄像机图标。查看细节。

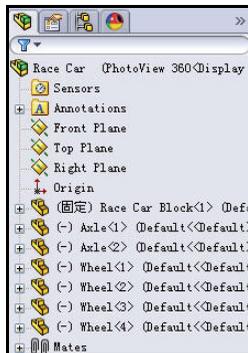
注释: DisplayManager 的“布景”、“灯光”和“摄像机”窗格分别列出应用到当前模型的布景、灯光和摄像机。

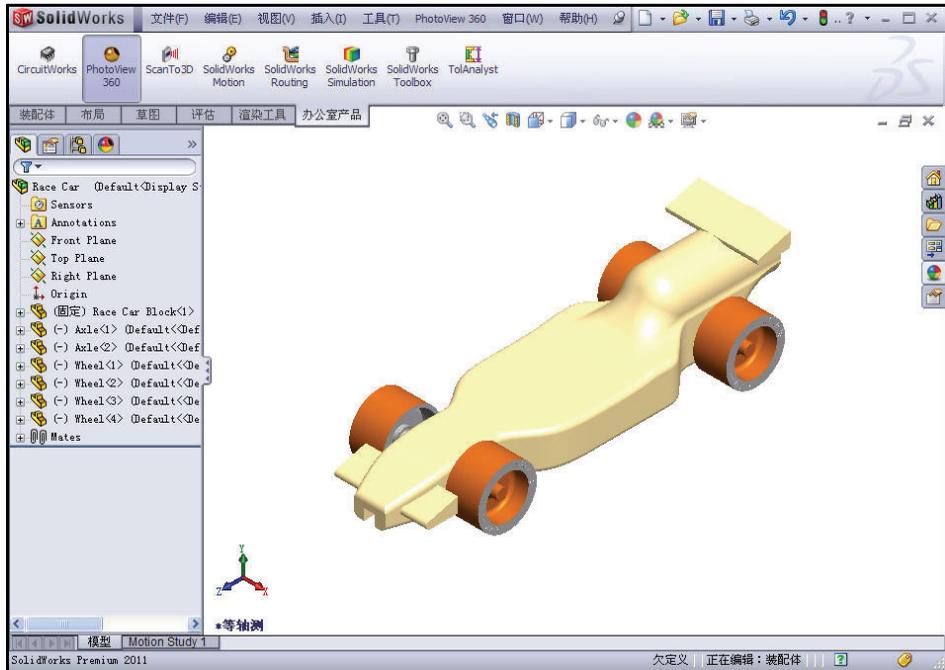
3 返回到 FeatureManager。

单击 **FeatureManager**  选项卡。

单击前导视图工具栏中的上色 。

注释: 目前配置是 PhotoView 360。查看图形区域中的结果。

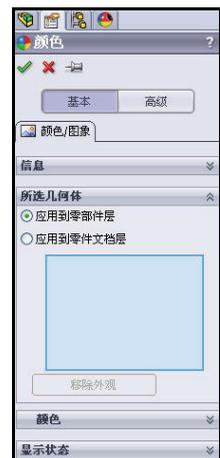




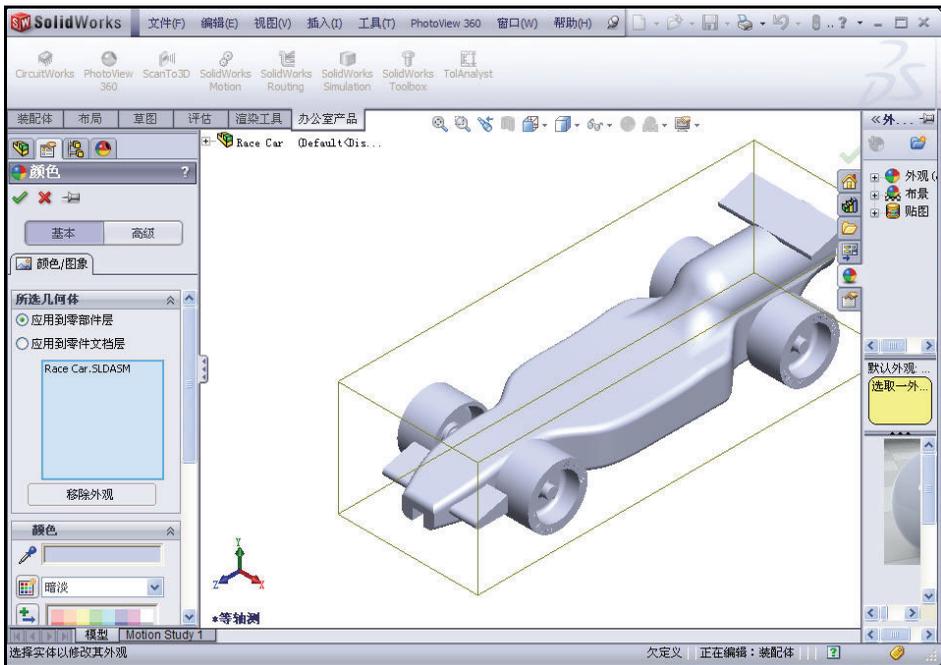
外观

PhotoView 360 可以使用您在为 Race Car 建模时用于渲染的外观。然而，此外观不一定适合渲染。例如，在对 Race Car Block 建模时，我们会为方便计算质量而使用轻木材料。而且，要计算质量，像密度之类的材料属性也要正确。

但在进行渲染时，您更加关注的是赛车的外观，而不是制造赛车所用的材料。因此，您不仅可以利用 PhotoView 360 渲染钢、铜、铝和塑料等工程材料，还可以应用和渲染橡胶、皮革、织物和油漆等材料。



- 4 将外观应用到轮胎。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。查看下拉菜单。
单击**编辑外观**  工具。颜色 PropertyManager 随即显示。默认选择“基本”选项卡。



- 5 在零件级别应用更改。
您可以在零件、特征或装配体级别应用更改。

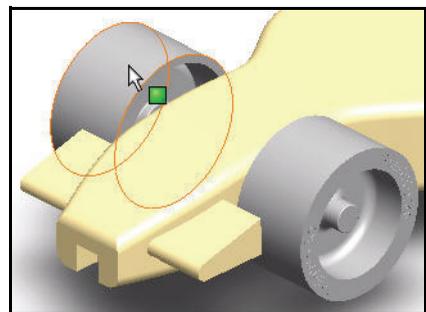
单击应用到零件文档层。

- 6 将更改应用到 **PhotoView 360** 配置。
PhotoView 360 配置是激活的配置。如图所示选中此显示状态框。

单击所选几何体框中的选择面。



在图形区域中单击轮胎的顶面。
选择的面显示在所选几何体框中。



如图所示，单击任务窗格中的外观、布景和贴图
 选项卡。

展开 Appearances (color) 文件夹。

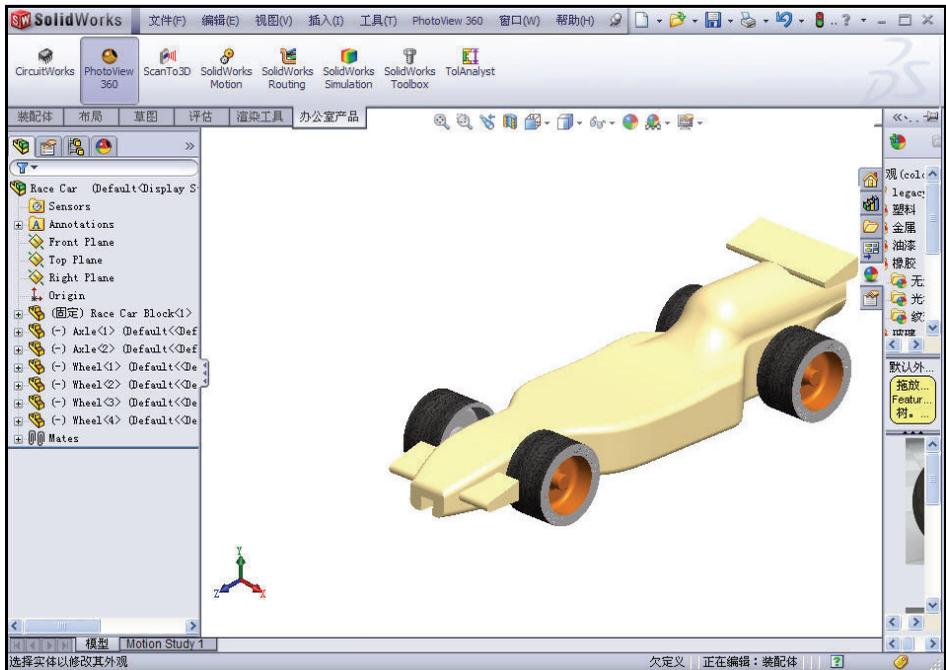
展开 Rubber 文件夹。

单击 Texture 文件夹。

单击轮胎花纹。轮胎花纹外观随即应用到图形区域中的 4 个轮胎上。

单击轮胎花纹 PropertyManager 中的确定 。

查看图形区域中的结果。



- 7 将外观应用到前翼和尾翼。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

单击下拉菜单中的 **编辑外观**  工具。颜色 PropertyManager 随即显示。

- 8 在特征级别应用更改。
您可以在零件、特征或装配体级别应用更改。

单击 **应用到零件文档层框**。

选中此显示状态框。

单击 **选择特征框**。

选择一种颜色。



在弹出 FeatureManager 中展开 Race Car。

展开 Race Car Block。

单击 **Boss-Extrude1**。Boss-Extrude1 是前翼。

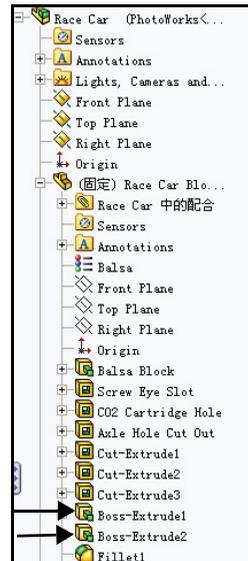
Boss-Extrude1 显示在所选几何体对话框中。

单击 **Boss-Extrude2**。Boss-Extrude2 是尾翼。

Boss-Extrude2 显示在所选几何体对话框中。

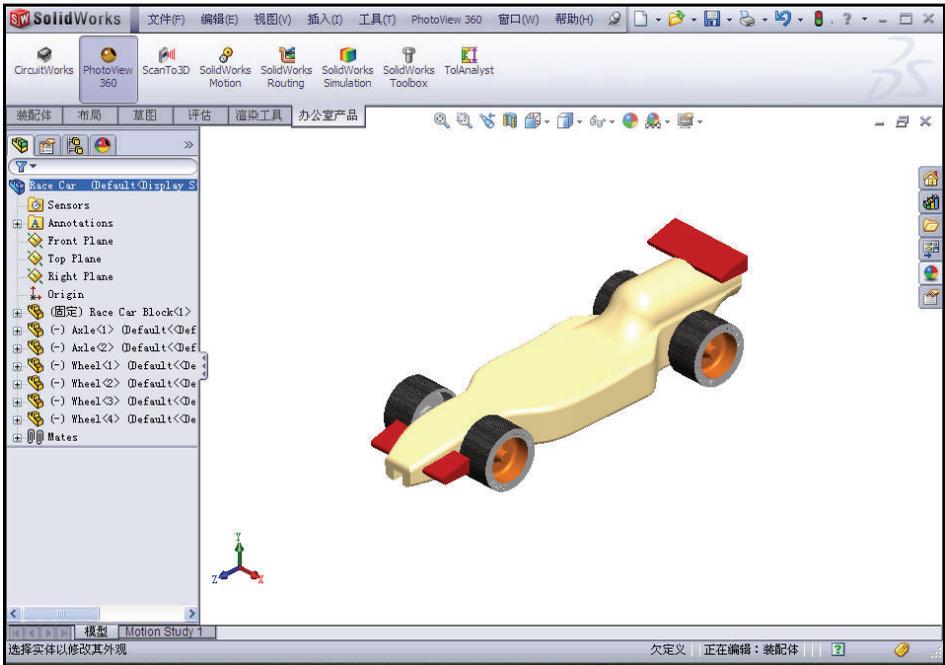
注释: 使用颜色对话框中的调色板可以选择和生成自定义颜色。

注释: 如果需要, 可以选择单个特征 Boss-Extrude1, 然后对另一个特征 Boss-Extrude2 再执行一次上述步骤。



单击颜色 PropertyManager 中的
确定 。

查看结果。



渲染

渲染是向模型应用外观、布景、光源和贴图信息的一个过程。完全渲染适用于在 PhotoView 360 内设置的全部选项。

注释: 执行任何更改视图的操作（缩放、平移或旋转）都将移除渲染。

- 1 渲染模型。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

单击下拉菜单中的完全渲染  工具。查看图形区域中的模型。



修改外观

1 修改 Race Car Block 的外观。

在完全渲染对话框中单击关闭窗口。

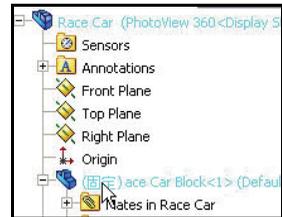
关闭 Race Car 对话框。

单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

单击下拉菜单中的编辑外观  工具。颜色 PropertyManager 随即显示。Race Car 显示在所选几何体框中。

单击应用到零件文档层框。

单击 Race Car 弹出 FeatureManager 中的 **Race Car Block**。Race Car Block 显示在“所选几何体”框中。



展开 Appearances (color) 文件夹。

展开 Metal 文件夹。

单击 Silver。

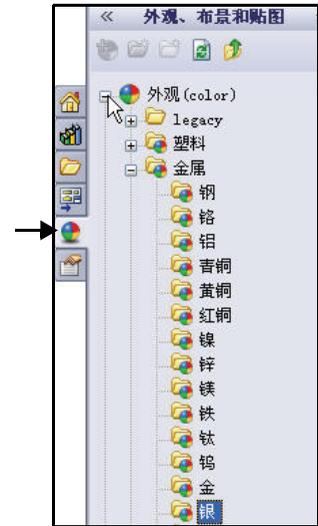
单击 matte silver。

单击 matte silver PropertyManager 中的确定 。

2 渲染模型。

单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

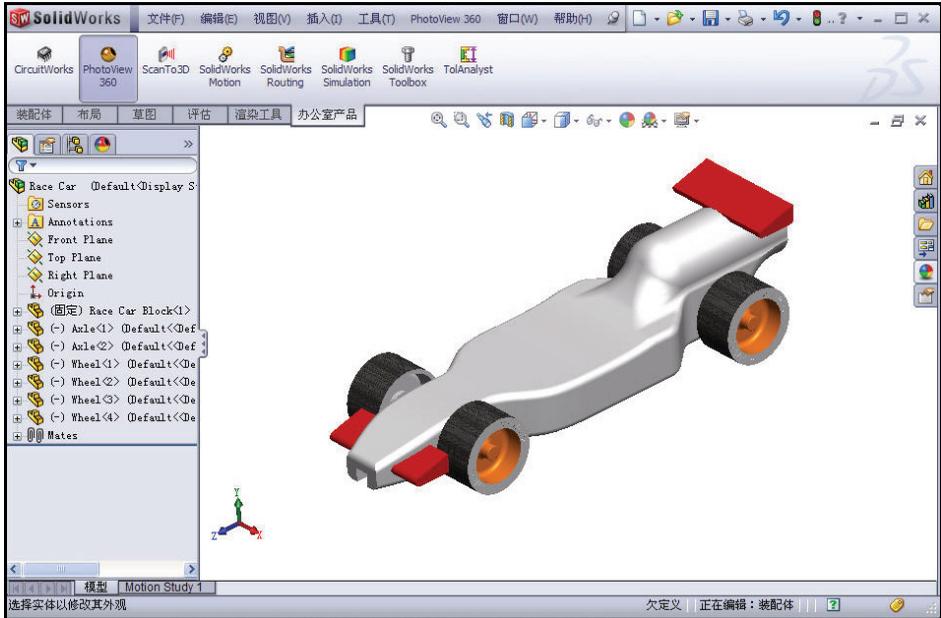
单击下拉菜单中的完全渲染  工具。查看结果。



3 返回 SolidWorks。

在完全渲染对话框中单击关闭窗口。

关闭 Race Car 对话框。



布景

PhotoView 360 布景由我们在渲染中看到的模型以外元素所组成。您可以将它们想象为围绕在模型周围的虚拟框架或球体。布景由背景、前景效果和景观共同构成。PhotoView 360 提供了多种预定义的布景，可方便您在初次渲染时更轻松快捷。



- 1 应用编辑布景工具。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

单击下拉菜单中的**编辑布景**  工具。

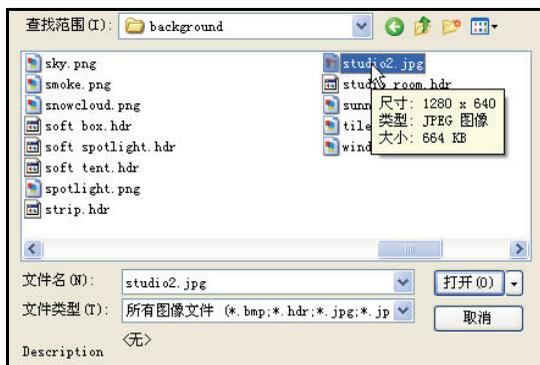
单消息对话框中的是。

编辑布景 PropertyManager 随即显示。

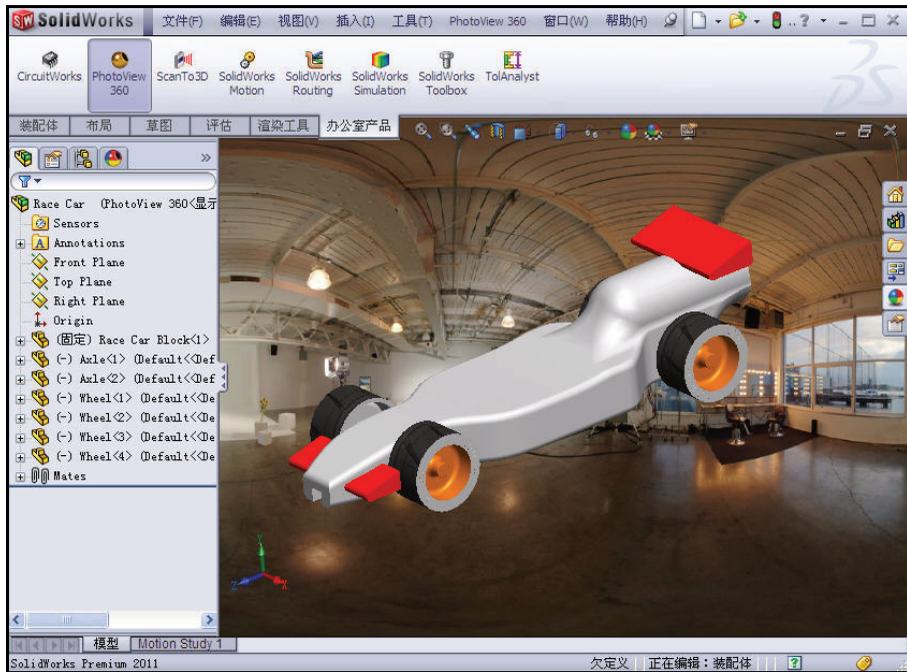
在背景框中单击浏览按钮。

如图所示双击 **studio2**。

单击此配置框。



单击编辑布景 PropertyManager 中的确定 。查看结果。



- 渲染模型。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。
单击完全渲染  工具。查看模型。
- 返回到 **SolidWorks** 图形区域。
在完全渲染对话框中单击关闭窗口。
关闭 Race Car 对话框。



贴图

贴图是应用到模型上的图象。贴图在某种程度上与纹理类似，都用于应用到零件、特征或面的表面。

您可以对贴图的部分图象应用图象掩码。应用掩码可使底层材料透过贴图图象显示出来。

贴图可通过多种图像文件生成，包括但不限于：

- Windows 位图 (*.bmp)
- 标签图像文件 (*.tif)
- 联合图像专家组 (*.jpg)

1 应用贴图。

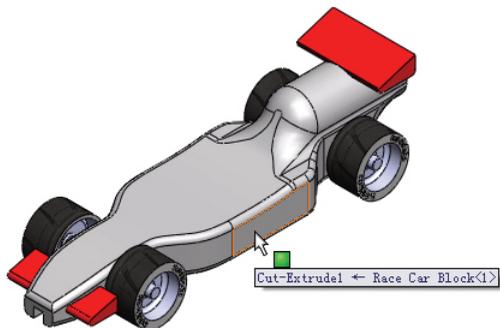
单击菜单栏菜单中的**PhotoView 360**。

单击下拉菜单中的**编辑贴图**  工具。

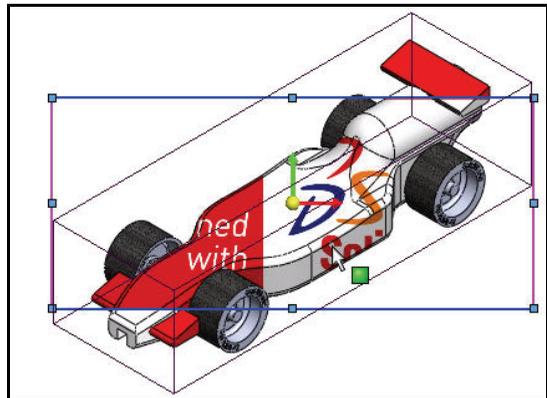
贴图 PropertyManager 随即显示。

如图所示，单击 Race Car Block 右侧的某个位置。

单击任务窗格中的**外观、布景和贴图**  选项卡。



单击 Decals 文件夹。
单击 SolidWorks 贴图。
该贴图随即显示在 Race Car Block 上。



选中此配置框。



定位贴图。

单击贴图 PropertyManager 中的映射选项卡。

模型上的贴图在定位和比例上都不理想。

在映射框的下拉菜单中选择投影。

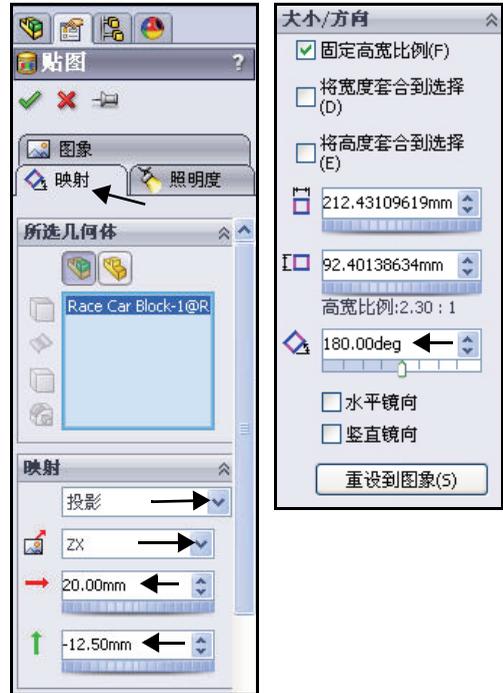
在轴方向的下拉菜单中选择 ZX。

输入 **20.00mm** 作为水平位置。

输入 **-12.50mm** 作为垂直位置。

输入 **180.00 度** 作为旋转角度。

在图形区域内单击。查看结果。

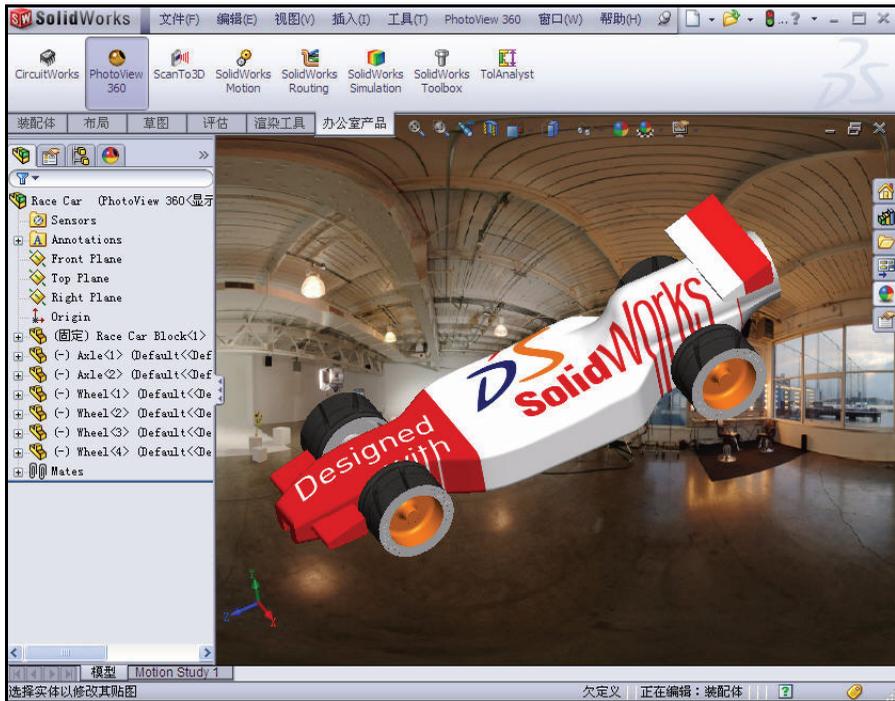


单击贴图 PropertyManager 中的确定 。

查看结果。



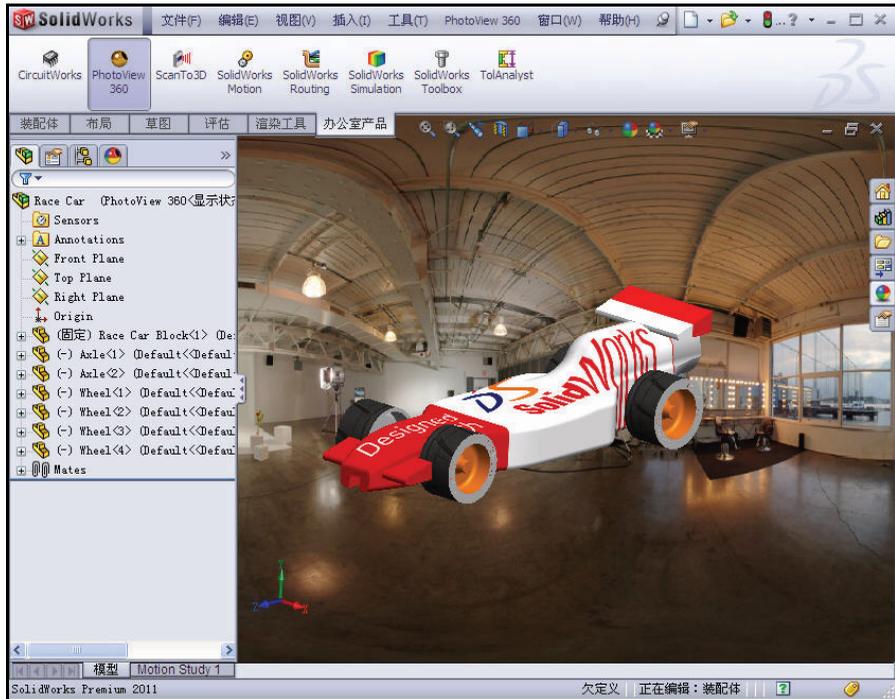
提示：可以使用现有文件生成贴图。选择**图象**选项卡。单击图象文件路径下的浏览按钮。



- 2 渲染模型。
单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。
- 单击完全渲染  工具。查看模型。



- 3 返回到 **SolidWorks** 图形区域。
在完全渲染对话框中单击关闭窗口。
关闭 Race Car 对话框。



编辑贴图

单击 **DisplayManager**  选项卡。

如图所示单击视图贴图  图标。

展开 **Decals** 文件夹。

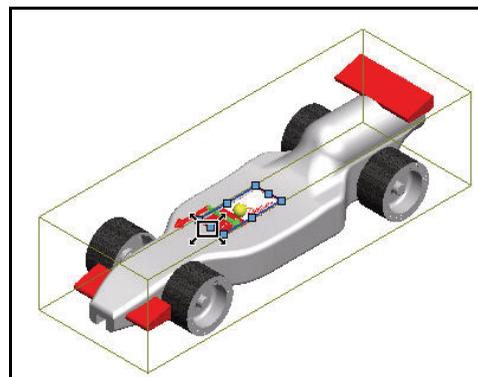
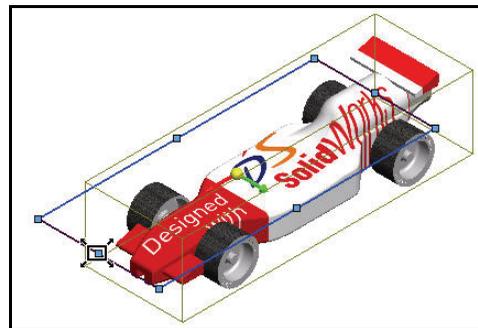
右键单击 **logo**。

单击**编辑贴图**。贴图 PropertyManager 随即显示。

单击**映射**选项卡。

使用**图形视图贴图框**移动、旋转贴图及调整贴图大小。在 PropertyManager 中查看贴图的最终位置。

注释: 拖动贴图框的边线或框内其它任意位置将移动图象, 拖动贴图框的角部将调整图象的大小, 拖动中心球将使贴图旋转。



单击贴图 PropertyManager 中的确定 。

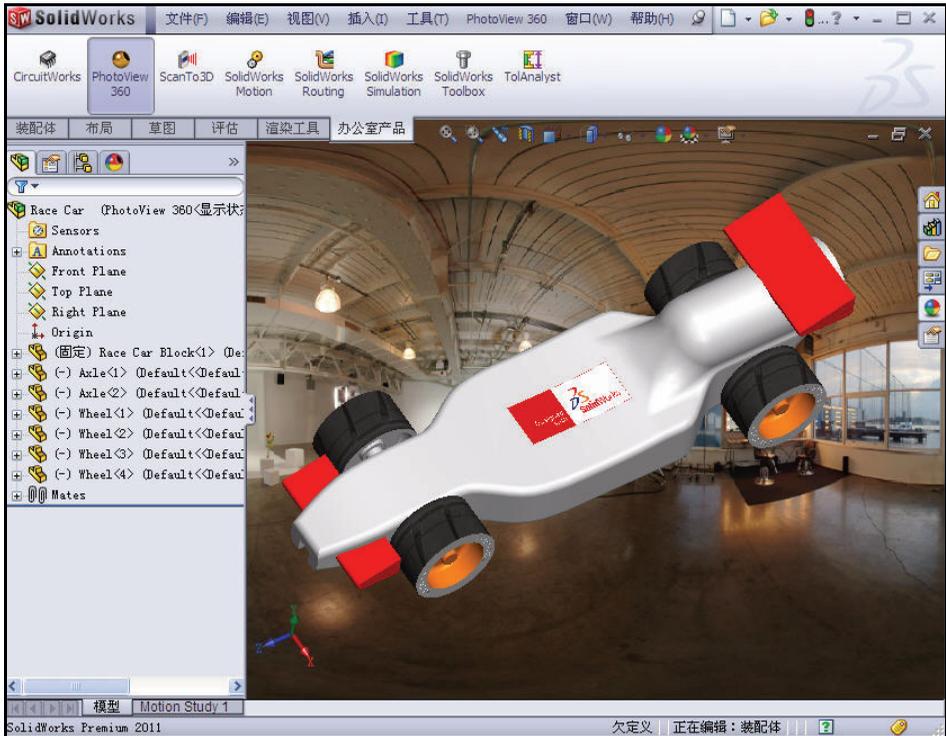
4 返回到 FeatureManager。

单击 FeatureManager  选项卡。

5 保存模型。

单击保存 。

单击全部保存。您已经完成本节的内容。可尝试自己动手操作了。进一步探索贴图、外观、光源及布景等的奇妙效果吧。



输出选项

将图象渲染到计算机屏幕通常是出于以下两个基本原因:

- 直观地显示外观和布景的效果。这通常是得到最终输出结果的中间步骤。
- 用屏幕捕获软件抓取图象以便在其它程序中使用。本手册中的图象就是屏幕抓图。

但这不常会作为最终输出结果。

渲染到打印机

如要制作项目的硬拷贝图象,直接渲染到打印机的功能将十分有用。但这项功能也受到较大限制,因为您不可以添加标题,在同一页放入多个图象,或操纵图像。由于硬拷贝必须要转换成图形文件,因此对于 Microsoft® Word 或 PowerPoint® 中的插图,渲染到打印机这种方法没有作用。

打印机渲染的一些常见用途可能包括:

- 产品在投产前的大厅展示;
- 会议用的展示板;
- 项目报告。

若要得到打印机的渲染输出结果,您必须使用 PhotoWorks 打印命令而不是 SolidWorks 打印命令。

渲染到文件

最有用的输出方法是将图象渲染到文件。图象文件可以有多种用途,它们可在网页、培训手册、销售小册子及 PowerPoint® 演示文稿等中使用。

渲染的图象文件可以使用其它软件进一步处理,向其中添加字母和效果以及进行 PhotoWorks 软件无法完成的调整。此过程称为生成后阶段。

文件类型

可将图象渲染到以下文件类型:

- Windows 位图 (*.bmp)
- TIFF (*.tif)
- TARGA (*.tga)
- Mental Ray 布景文件 (*.mi)
- JPEG (*.jpg)
- PostScript (*.ps)
- Encapsulated PostScript (*.eps)
- Silicon Graphics 8-bit RGBA (*.rgb)
- Portable pixmap (*.ppm)

- Utah/Wavefront 颜色, 类型 A (*.rla)
- Utah/Wavefront 颜色, 类型 B (*.rlb)
- Softimage 颜色 (*.pic)
- Alias 颜色 (*.alias)
- Abekas/Quantel, PAL (720x576) (*.qntpal)
- Abekas/Quantel, NTSC (720x486) (*.qntntsc)
- Mental images, 8-bit 颜色 (*.ct)

提高渲染品质的方法

图象文件的品质会根据您在 SolidWorks 和 PhotoWorks 中选择的选项而有所不同。一般来说, 渲染品质和渲染时间成正比。下面给出了一些提高图象品质的方法。

- 提高 SolidWorks 图象的品质。
在输入上色 SolidWorks 模型以进行渲染时, PhotoWorks 会使用这些模型的面纹数据。提高上色图象的品质可以减少曲面的锯齿状边线。
- 增加渲染的像素数。
使用较高的每英寸点数设置来渲染更多的像素。
- 启用光线跟踪。
光线跟踪功能可让光线从实体反射或者经过实体折射。
- 采用更高的反走样设置。
更高的反走样设置可以减轻非垂直或非水平边线的锯齿状外观。
- 提高阴影品质。
提高阴影品质可以改善阴影的边线。
- 启用间接光源。
间接光源可向各种表面添加被其它表面所反射的光线。
- 启用焦散线。
焦散线可通过增加由经过透明材料折射的光线导致的高亮区, 增加了逼真度。
- 启用整体照明度。
整体照明度增加了除焦散线效果以外的各种形式的间接照明度。其中包括颜色信息和强度。

要渲染的像素数

要在获得高品质输出结果的同时尽量减小文件大小，我们需要确定渲染图象的正确文件大小。一般原则是不要放大位图图象。放大这些图象会降低清晰度。图象品质会下降，但原文件大小反而变大。

Dpi 与 Ppi

有些情况下，每英寸点数 (dpi) 和每英寸像素数 (ppi) 可以互换使用，但实际上它们是不同的。每英寸点数是在每英寸直线上打印的点数。每英寸像素数则用来衡量投射到显示屏上的图象的分辨率。

正确计算像素数

问题：如何计算要在最终输出结果中渲染的像素数？

回答：请从输出结果入手反向计算。

作为一般的参考，Web 图象使用 72 dpi 分辨率。报纸使用的分辨率为 125 dpi 到 170 dpi。高品质的手册和杂志使用的分辨率为 200 dpi 到 400 dpi。对于书籍，分辨率通常介于 175 dpi 到 350 dpi 之间。PowerPoint 演示文稿的分辨率通常为 96 ppi。

如果要输出到打印机，并且您希望图象看起来像是照片，则每英寸需要达到 300、600 或 1200 点。

将以每英寸点数 (dpi) 为单位的打印机分辨率与所需大小（以英寸为单位）相乘。

正确的像素数可计算得出也可直接输入，或者，您也可以指定以英寸或厘米为单位的图象大小以及每英寸点数，然后让 PhotoWorks 计算结果。

1 查看 **PhotoView 360** 选项。

PhotoView 选项 PropertyManager 控制 PhotoView 360 的设置，包括输出图像大小和渲染质量。

单击菜单栏菜单中的 **PhotoView 360**。

单击选项  工具。PhotoView 360 选项 PropertyManager 随即显示。

查看默认设置和选项。

单击 PropertyManager 中的确定 。

2 关闭所有 **SolidWorks** 模型。

依次单击菜单栏菜单中的窗口、关闭所有。您已经完成本节的内容。



课程 5 分析

完成本课程后，您将能够：

- 修改 Race Car Block 的尾翼以增加赛车质量
- 应用测量工具
- 应用质量属性工具
- 将 SolidWorks SimulationXpress™ 应用到 Axle-A 零件
- 保存 SolidWorks SimulationXpress™ 分析
- 将 SolidWorks Flow Simulation™ 应用到初始 Race Car Block 装配体
- 将 SolidWorks Flow Simulation 应用到最终的 Race Car 装配体
- 比较结果
- 保存 SolidWorks Flow Simulation 分析

修改尾翼

在第 2 课中, 您生成了 Race Car 装配体。您应用了质量属性工具, 并计算出 Race Car 在未包括油漆和贴图并且未经过研磨等时的质量为 54.98 克。增加尾翼的尺寸, 以增加 Race Car 装配体的总质量。



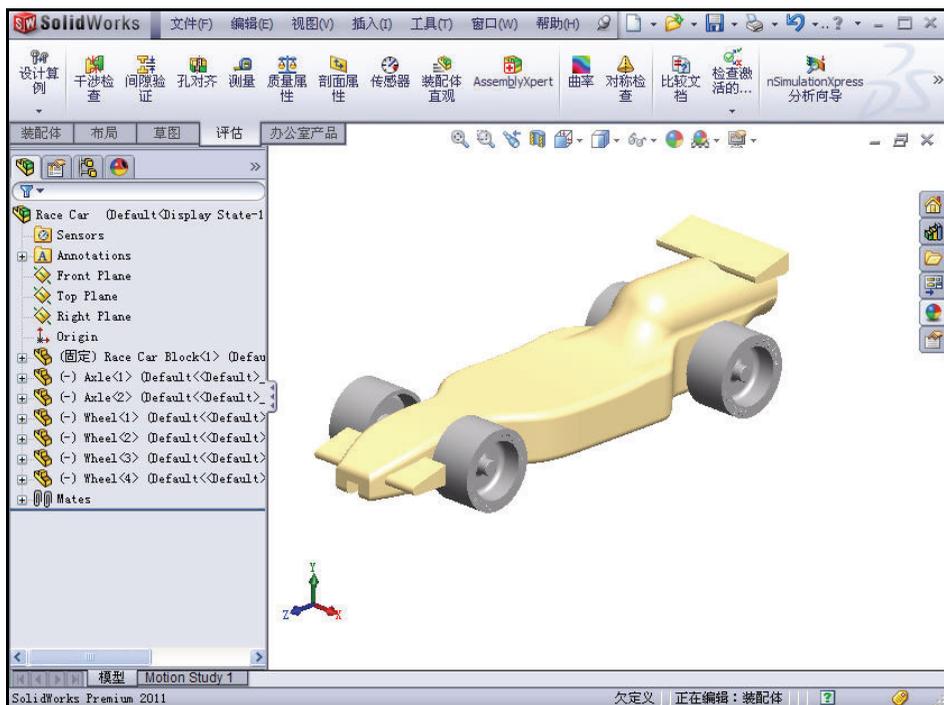
1 打开 Race Car 装配体。

单击菜单栏工具栏中的打开 。

浏览到 Race Car 装配体所在的位置。

打开 Race Car 装配体。

Race Car 装配体随即显示。



2 打开 Race Car Block 零件。

右键单击 FeatureManager 中的 Race Car Block。

单击关联工具栏中的打开零件 。Race Car Block FeatureManager 随即显示。

3 显示尾翼。

单击前导视图工具栏中的隐藏线可见 。

单击前导视图工具栏中的右视  视图。

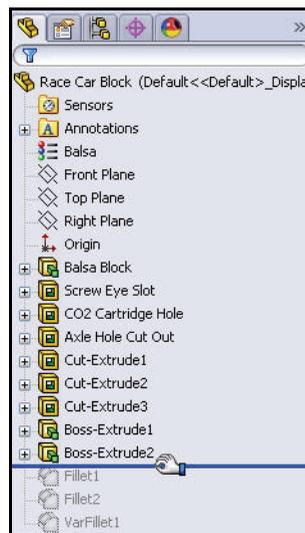
按 **f** 键使模型适合图形区域。

将退回控制棒拖动至 Boss-Extrude2 下方。

展开 Boss-Extrude2。

右键单击 Sketch9。

单击关联工具栏上的退出草图 。



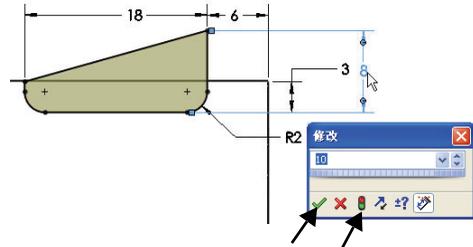
放大尾翼。

- 4 修改尾翼的高度。
双击文字尺寸 **8**。

在修改对话框中输入 **10**。

单击**重建模型**  工具。

单击修改对话框中的绿色复选符号 。



- 5 修改尾翼的宽度。
双击文字尺寸 **18**。

在修改对话框中输入 **22**。

单击**重建模型**  工具。

单击修改对话框中的绿色复选符号 。

单击尺寸 PropertyManager 中的**确定** 。查看修改后的尾翼尺寸。

单击**重建模型**  工具。

如图所示，在 FeatureManager 中将**退回控制棒**拖动至 VarFillet1 下方。

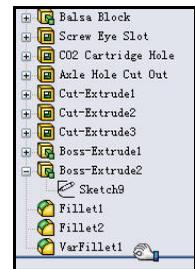
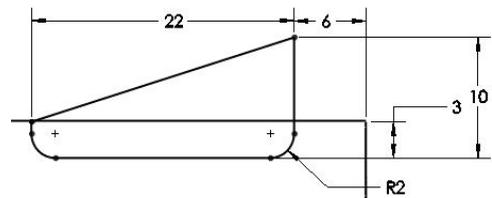
单击前导视图工具栏中的**上色** 。

- 6 保存模型。
单击前导视图工具栏中的**等轴测**  视图。

单击菜单栏工具栏中的**保存** 。

- 7 返回到 **Race Car** 装配体。
依次单击菜单栏菜单中的文件、关闭。Race Car 装配体随即显示。

单击**是**开始重建模型。



计算新质量

您已经修改了尾翼的高度和宽度。现在, 尝试比较原设计与修改后的设计。然后应用质量属性工具。并测量 Race Car 装配体的总质量。

1 应用质量属性工具。

单击评估选项卡。

单击评估工具栏中的**质量属性**  工具。

质量属性对话框随即显示。

单击选项按钮。

选中使用自定义设定框。

选择 **4** 作为小数位数。

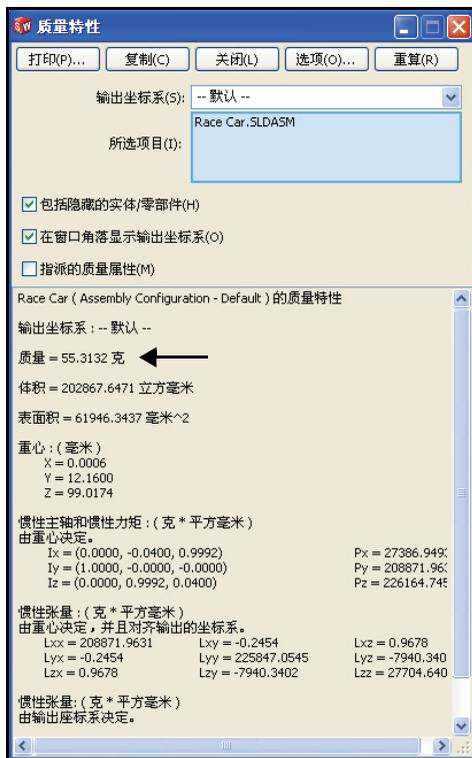


单击质量 / 截面属性选项框中的**确定**。

查看 Race Car 的新质量。新质量约为 55.31 克, 高于原质量的 54.98 克。

单击质量属性对话框中的**关闭**。

仔细研究您对 Race Car 装配体的设计更改。确保最终配置符合竞赛要求。



应用测量工具

应用测量工具来测量您对尾翼所做的修改。您已修改了 Race Car Block 中的尾翼。

请确认您所做的尺寸修改。

1 应用测量工具。

单击评估工具栏中的测量  工具。测量 - Race Car 对话框随即显示。根据需要展开对话框。

右键单击选择框中的消除选择。

单击前导视图工具栏中的上视  视图。



2 测量尾翼的宽度。

单击尾翼的前边线。

单击尾翼的后边线。22mm 随即显示。

3 测量尾翼的高度。

右键单击选择框中的消除选择。

单击右视  视图。

单击前导视图工具栏中的消除隐藏线 。

单击尾翼的底部边线。

单击尾翼的最高点。查看尺寸。

关闭测量 - Race Car 对话框。

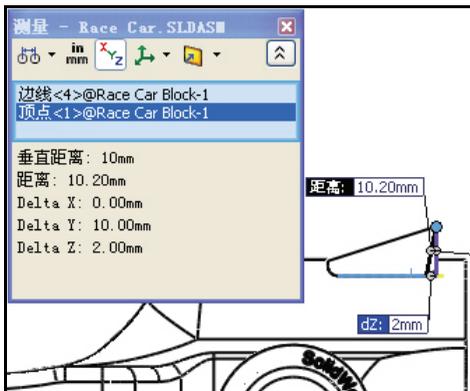
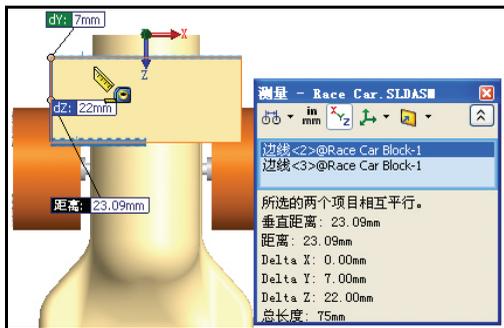
单击前导视图工具栏中的带边线上色 。

单击等轴测  视图。

4 保存模型。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

依次单击菜单栏菜单中的窗口、关闭所有。所有模型随即关闭。

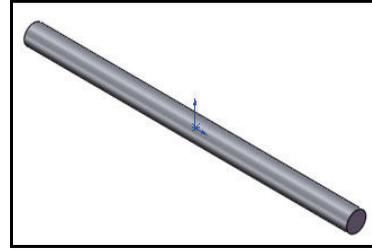


车轴应力分析

在本节中，您将使用 SolidWorks SimulationXpress™ 快速分析 Race Car 装配体中使用的 Axle-A。分析过程快捷方便，只需完成以下 6 个步骤即可：

1. 设置默认单位并指定用于保存分析结果的文件夹。
2. 应用夹具。
3. 应用载荷。
4. 应用材料。
5. 运行分析。
6. 优化零件（可选）。
7. 查看结果。

对 Axle-A 零件进行过第一轮分析并评估其安全性后，您会更换车轴材料并且重新运行分析。



设计分析

在 SolidWorks 中创建设计之后，您可能需要回答如下问题：

- 零件会不会断裂？
- 它会如何变形？
- 能否使用较少材料而又不影响性能？

如果没有分析工具，您必须经过代价高昂的原型测试设计周期才能确保产品性能符合客户的期望。现在通过设计分析，您即可对计算机模型快捷经济地执行一系列设计周期，再不必因测试真实原型而耗费巨大。即便对于制造成本影响不大的情况，设计分析在最终产品质量方面也具有明显优势，工程师通过它发现设计问题的速度要远远快于通过测试实际原型。不仅如此，设计分析还使得针对多种设计选项的研究更加方便，有助于实现最优设计。

应力分析

应力分析或静态分析是最常用的设计分析测试。它可预测模型在载荷的作用下如何变形，并且根据材料、约束和载荷计算整个零件的位移、应变及应力。材料在应力达到某个程度时将会失效。不同材料可承受不同程度的应力。SolidWorks SimulationXpress™ 可根据有限元方法 (FEM) 使用线性静态分析来计算应力。

线性静态分析通过以下假设来计算材料中的应力：

- **线性假设。** 表示引发的反应与施加的载荷成正比。
- **弹性假设。** 表示在移除载荷后零件会恢复其原有形状。
- **静态假设。** 表示载荷是缓慢地逐步施加的，直到它们达到其完全量值。

用户界面

SolidWorks SimulationXpress 将引导您通过完成 6 个步骤来定义材料属性、约束及载荷；分析零件；优化零件以及查看分析结果。SolidWorks SimulationXpress 界面包括以下部分：

欢迎选项卡： 允许您设置默认单位并指定用于保存分析结果的文件夹。

夹具选项卡： 将夹具应用到零件的面。

载荷选项卡： 将力和压力应用到零件的面。

材料选项卡： 将材料属性应用到零件。您即可通过材料库指定材料，也可自行输入材料属性。

运行选项卡： 您可以选择使用默认设置进行分析或更改设置。

优化选项卡： 根据特定准则优化模型尺寸。

结果选项卡： 按以下方法查看分析结果：

- 显示安全系数小于指定数值的临界区域。
- 显示模型中的应力分布，可带有或不带有最大和最小应力值的注解。
- 显示在模型中产生的位移分布，可带有或不带有最大和最小位移值的注解。
- 显示模型的变形形状。
- 生成 HTML 报告。
- 生成分析结果的 eDrawing 文件。

重新开始按钮： 单击此按钮删除现有的分析数据和结果并开始一次新的分析会话。

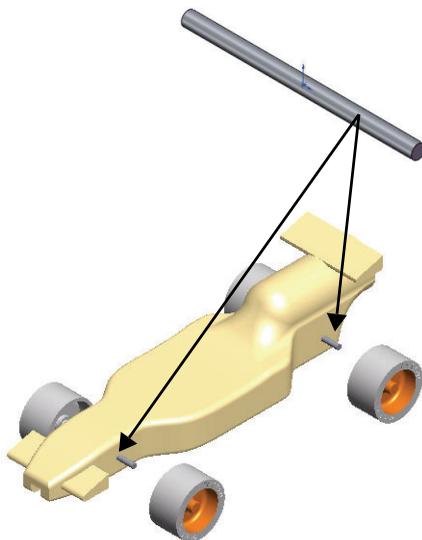
更新按钮: 如果夹具和载荷问题均已解出, 请运行 SolidWorks SimulationXpress 分析。否则系统会显示一条消息, 要求您解决夹具或载荷无效的问题。如果您在完成分析之后更改了材料属性、夹具、载荷或几何, 它也会出现。

分析 Axle-A 零件

在本节中, 浏览到已下载的 Analysis 文件夹并打开 Axle-A 零件。

对 Axle-A 零件执行应力分析。

Axle-A 零件是 Race Car 装配体中使用的 Axle 零件经过重命名后的零件。



打开 Axle-A 零件

1 打开 Axle-A 零件。

单击菜单栏工具栏中的打开 。

选择 Analysis 文件夹下载到的文件夹。

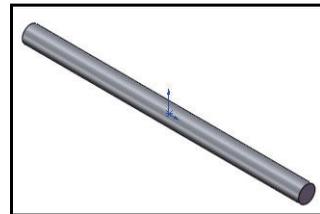
设置文件类型：零件。



双击 **Axle-A**。零件 Axle-A 随即在图形区域中显示。

2 更改视图方向。

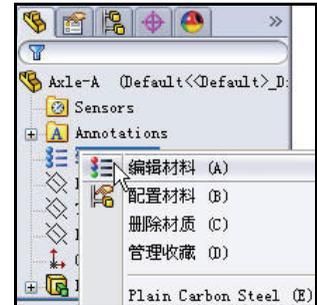
如果零件未在等轴测视图中显示，请单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。

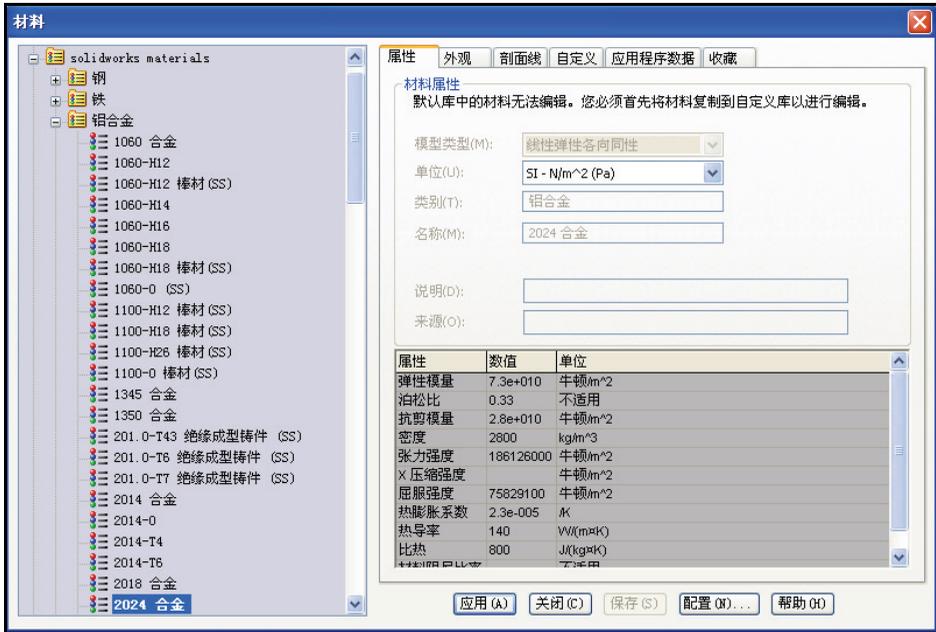


3 审核材料。

右键单击 FeatureManager 中的 **2024 合金**。

单击 **编辑材料**。材料的物理属性随即显示在材料对话框中。





注释: SimulationXpress 中使用了 2024 合金材料的属性。

4 返回到 FeatureManager。

单击材料对话框中的关闭。

SolidWorks SimulationXpress

在 SolidWorks 中打开零件后，您就可以启动 SolidWorks SimulationXpress 应用程序并且立即开始分析。在选项对话框中，您可以设置默认的单位系统以及用于保存分析结果的目标文件夹。

单位系统

下表列举 SimulationXpress 所使用的量及其在不同单位系统中的单位：

		国际单位制	英制 (IPS)	公制
载荷	力	N (牛顿)	lb (磅)	Kgf (公斤力)
	压力	N/m^2	psi (lb/in ²)	Kgf/cm^2
材料属性	Ex: 弹性模量	N/m^2	psi (lb/in ²)	Kgf/cm^2
	NUXY: 泊松比	无单位	无单位	无单位
	SIGYLD: 屈服强度	N/m^2	psi (lb/in ²)	Kgf/cm^2
	DENS: 质量密度	Kg/m^3	lb/in ³	Kgf/cm^3
结果	对等应力	N/m^2	psi (lb/in ²)	Kgf/cm^2

表 1: SimulationXpress 使用的单位系统

运行 SimulationXpress 并设置分析选项

- 1 运行 **SolidWorks SimulationXpress**。
依次单击菜单栏菜单中的工具、**SimulationXpress**。

SolidWorks SimulationXpress 应用程序随即启动，欢迎选项卡会处于选中状态。



提示: 通过单击 CommandManager 中的评估选项卡上的 **SimulationXpress** 分析向导可以快速运行 SimulationXpress。



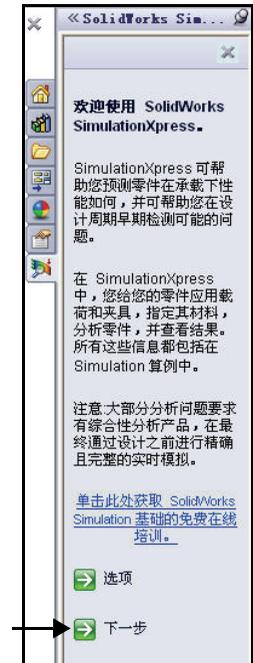
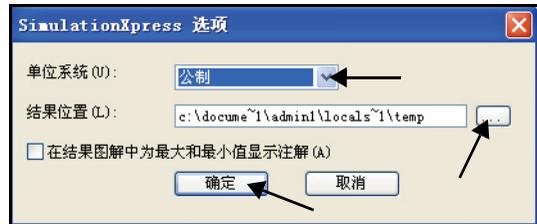
- 2 设置单位系统。
在欢迎屏幕上单击选项按钮。

将单位系统设置为 **SI** (毫米、克、秒)。

将结果位置设置为 **Analysis** 文件夹。

单击确定。

单击下一步。

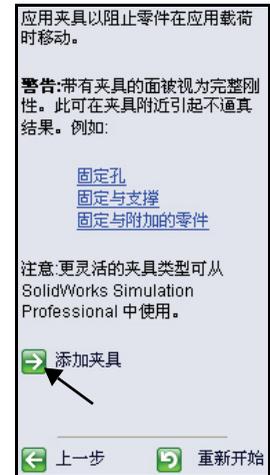


应用夹具

1 应用夹具。

夹具选项卡将被激活。夹具部分用于收集有关在哪些位置固定零件 Axle-A 的信息。您可指定多组夹具。每组可有多个面。

单击**添加夹具**按钮。夹具 PropertyManager 随即显示。



2 选择固定面。

单击零件 Axle-A 的右面。

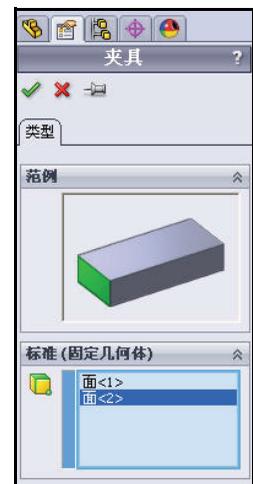
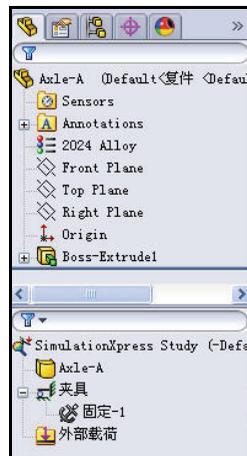
如图所示, 单击零件 Axle-A 的左面。

Face<1> 和 Face<2> 都在固定几何体框中显示。

单击夹具 PropertyManager 中的**确定** 。查看更新后的算例树。



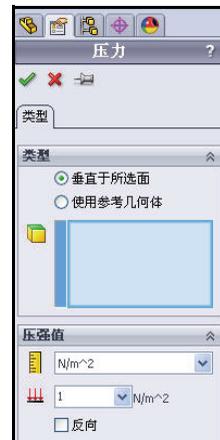
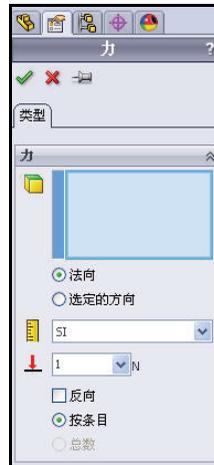
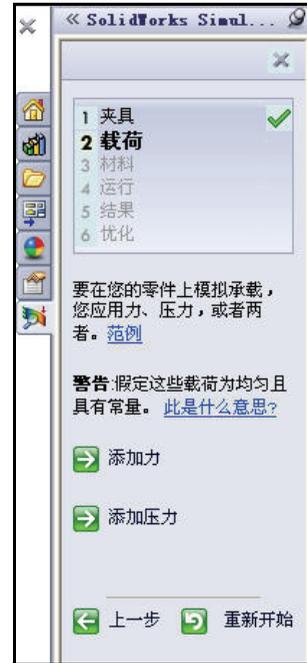
注释: 若要添加新的夹具组, 请单击**添加夹具**按钮。



施加载荷

使用载荷选项卡可以指定作用于零件的载荷。载荷可以是力，也可以是压力。

您可以向一个或多个面施加多个载荷。力的方向可相对于基准面指定，也可以垂直于所选面。压力的施加方向则总是与所选面垂直。

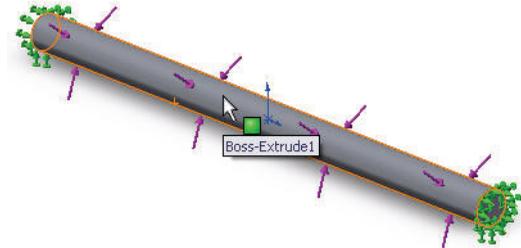


施加载荷

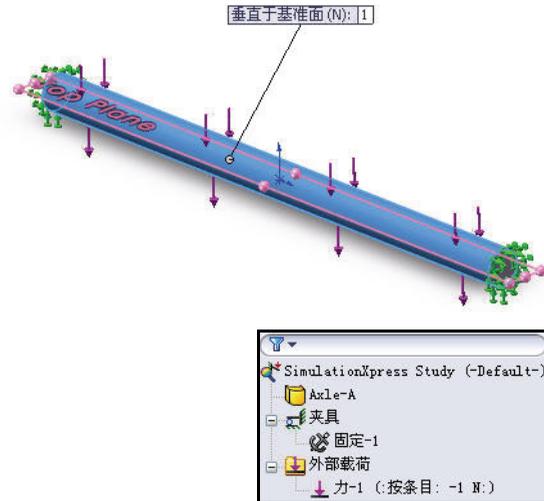
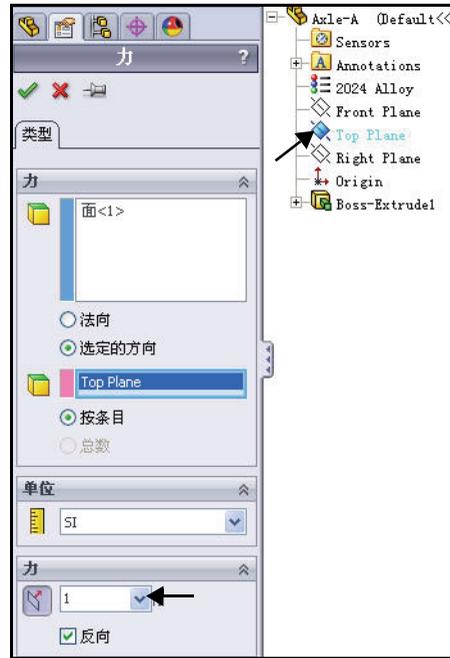
- 1 施加载荷。
单击下一步。收集有关作用于零件 Axle-A 上的载荷的信息。您可指定多组力或压力。每组都可以作用于多个面。
- 2 选择一种载荷类型。
单击添加力。力 PropertyManager 随即显示。



- 3 选择要对其施加力的面。
单击零件 Axle-A 的圆柱面。
Face <1> 随即显示。



- 4 指定力的方向和大小。
单击选定的方向框。
单击弹出 FeatureManager 中的上视基准面。
选中反向框。力方向箭头指向下方。
- 5 施加力。
输入 1N。
单击力 PropertyManager 中的确定 。查看更新后的算例树。



- 6 给零件指派材料。
单击下一步。
材料选项卡随即打开。



指派材料

零件的反应取决于其所构成的材料。

SimulationXpress 必须知道零件材料的弹性属性。您可以从 SolidWorks 材料库内选择一种材料，也可以定义您自己的材料属性。SimulationXpress 使用以下材料属性来执行应力分析。

弹性模量 (EX)。对于线性弹性材料而言，弹性模量是导致材料中产生单位应变所必需的应力。换言之，应力除以相关应变。弹性模量由 Young 首次提出，通常称为 Young's Modulus（杨氏模量）。

泊松比 (NUXY)。材料在纵向方向的延伸伴随着横向方向的收缩。例如，如果物体受到 X 方向的拉伸应力，泊松比 NUXY 定义为 Y 方向的横向应变与 X 方向的纵向应变之比。泊松比是无量纲的量。如果不定义，程序将使用默认值 0。

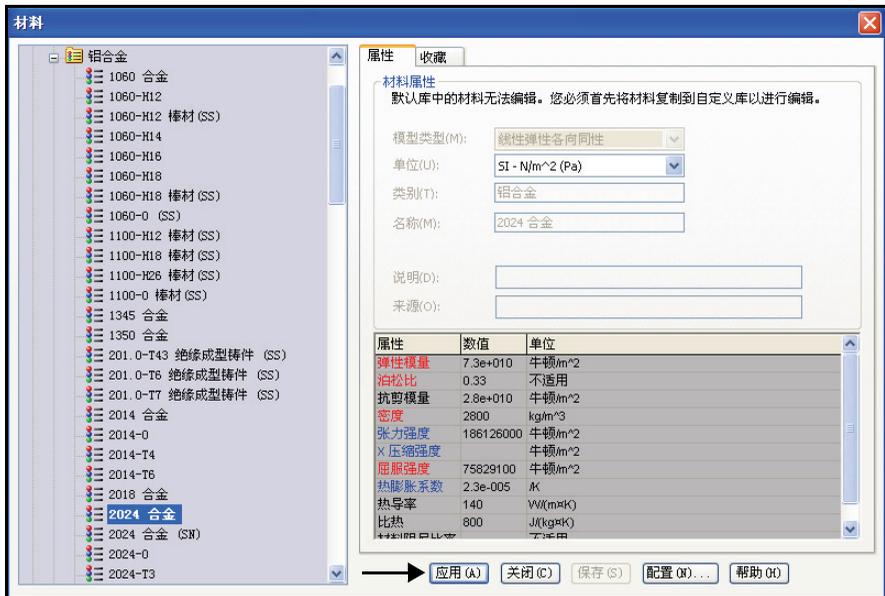
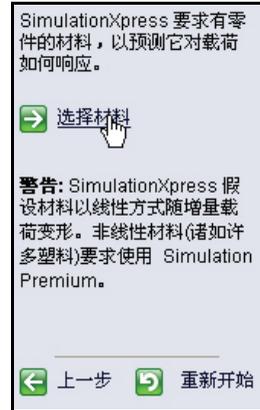
屈服强度 (SIGYLD)。SimulationXpress 用此材料属性来计算安全系数分布。程序假定当等量 (von Mises) 应力达到此值时材料开始屈服。

质量密度 (DENS)。密度是指每单位体积的质量。密度单位在英制中是 lb/in^3 ，在国际单位制中是 kg/m^3 。SimulationXpress 使用密度质量将零件的质量属性包含在报告文件中。



指派材料

- 1 给零件指派材料。
单击**选择材料**。材料对话框随即显示。
选择**2024 合金**。
单击**应用**。
单击**关闭**。查看更新后的算例树。绿色的复选符号指示材料已经应用到零件上。
- 2 运行分析。
单击**下一步**。运行选项卡随即显示。



运行分析

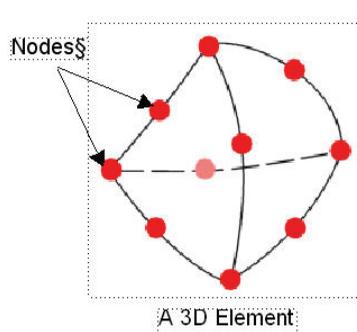
通过分析选项卡，您可以运行分析。SimulationXpress 会先准备供分析的模型，然后在计算位移、应变和应力。

分析的第一个阶段是网格化。网格化大体上是指将几何体分割成形状简单的小块的过程，这些小块称为有限元。

设计分析利用有限元计算模型对所施加的载荷与约束的反应。SimulationXpress 可根据模型的体积、表面积以及其它几何形状细节估算模型的默认单元大小。您可以告知 SimulationXpress 使用默认单元大小，也可以使用其它单元大小。

成功对模型进行网格化后，第二阶段即自动开始。SimulationXpress 会生成控制每个单元的行为的方程式，并考虑每个单元与其它单元之间的联系。这些方程式将位移与已知的材料属性、约束和载荷相关联。接着，程序将方程组织为一个大的联立代数方程组。解算器会求解出各个节点在 X、Y 及 Z 方向上的位移。

程序使用这些位移计算各个方向上的应变。最后，程序使用数学表达式计算应力。

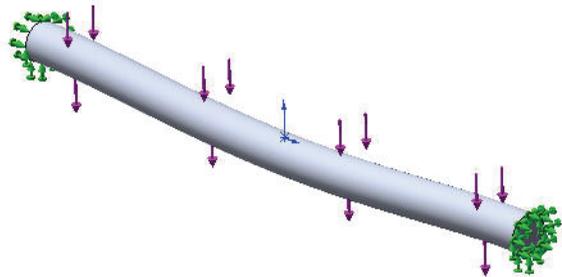
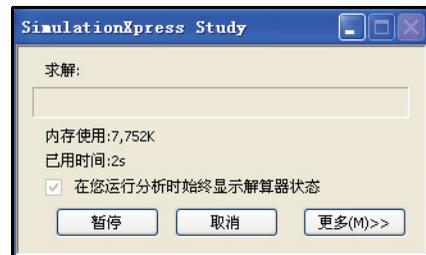


运行分析

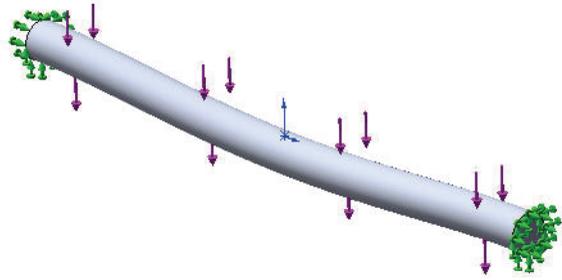
1 使用默认设置。

单击运行模拟。查看结果和更新后的算例树。

分析开始。分析结束后，运行和结果选项卡上会显示一个复选符号。查看图形区域内关于该零件的动画。



- 2 停止动画。
单击停止动画。



查看结果

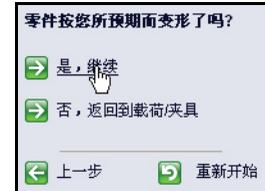
查看结果是分析过程中很重要的步骤。在此步中,您需要对设计在指定工作条件中的承受能力进行评估。

此步骤可帮助您做出一些重要决定,例如是接受设计并开始制造原型、进一步改进设计,还是再用更多组载荷与夹具进行测试。

SimulationXpress 使用最大 von Mises 应力准则来计算安全系数。此准则规定当对等应力 (von Mises 应力) 达到材料的屈服强度时,延性材料开始屈服。屈服强度 (SIGYLD) 定义为一种材料属性。SimulationXpress 可通过将屈服强度除以某一点处的对等应力来计算该点处的安全系数 (FOS)。

安全系数值说明:

- 某位置的安全系数小于 1.0 表示此位置的材料已屈服,设计不安全。
- 某位置的安全系数为 1.0 表示此位置的材料刚开始屈服。
- 某位置的安全系数大于 1.0 表示此位置的材料没有屈服。
- 如果您应用与当前载荷乘以所产生的安全系数相等的新载荷,某位置的材料将开始屈服。



查看结果

1 查看结果。

双击 Stress
(vonMises-)

Results 文件夹。查看结果。

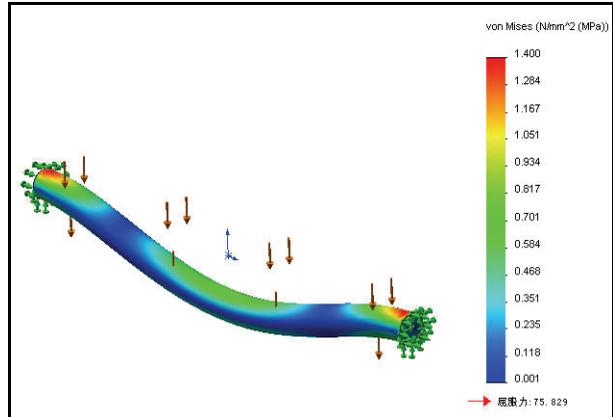
双击

Displacement (Res
disp-) Results 文件
夹。查看结果。

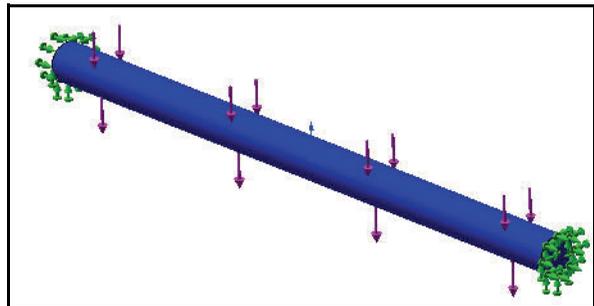
双击 Deformation
(-Displacement-) Results 文件
夹。查看结果。

双击 Factor of
Safety Results 文件
夹。查看图形区域中的结果。零件
Axle-A 显示为蓝色。如果安全系数 (FOS)
大于 1, 则显示蓝色。

单击是继续。



模型名称: Axle-A
实例名称: SimulationXpress Study
图例类型: 静态有应力 Stress
变形比例: 4367.49



零件 Axle-A 的安全系数大约是 54.14。这表示当前设计是安全的，或者说是一个保守设计。注意：您的安全系数值可能会略有不同。

2 修改安全系数。

在显示安全系数 (FOS) 小于框中输入 **10**。

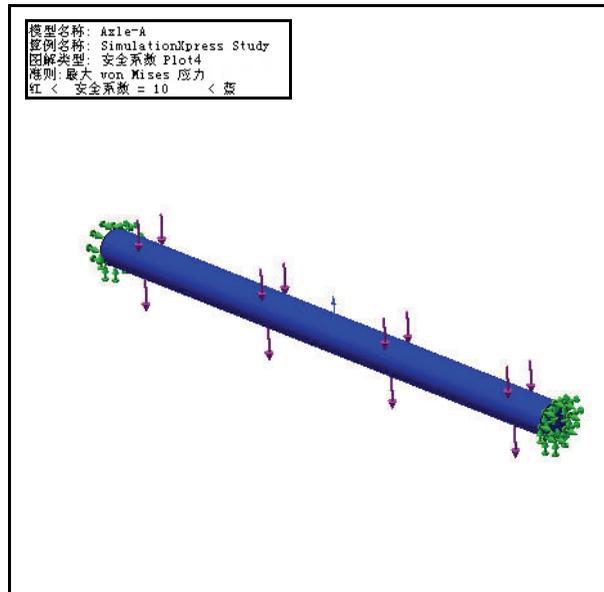
单击显示安全系数 (FOS) 小于框。



显示以下图解。蓝色区域的安全系数大于 10（设计保守的区域）。

红色区域的安全系数小于 10。所有区域都显示为蓝色。

单击查看结果完毕。



运行报告

SolidWorks SimulationXpress 提供了保存结果报告或生成 eDrawing 文件的功能。如此一来, 相关信息即可确保得到妥善记录, 便于本项目及类似项目的后续处理。

- 1 这次请不要运行报告或生成报告。
单击下一步。

注释: 可以练习创建一个报告。



优化模型

SolidWorks SimulationXpress 在努力为模型尺寸寻找最佳值的同时，满足以下指定准则：

- 安全系数
- 最大应力
- 最大位移

您可以自行输入需要的安全系数，也可以让 SimulationXpress 根据尺寸上下限计算安全系数。



优化模型

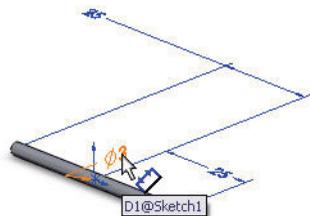
1 优化模型。

接受默认值。单击下一步。

如图所示，单击图形区域中的直径 **3mm**。

在添加参数对话框中单击**确定**
接受尺寸范围：最小：1.5mm -
最大：4.5mm。单击**下一步**。

这次请不要编辑尺寸。单击**下一步**。



为优化设计算例指定约束。
指定最小安全系数。单击**指定约束**。

在“约束”下拉菜单中选择**安全系数**。查看结果。

单击**下一步**。

如图所示，在最小值列中输入**10**。

单击**下一步**。

单击**运行优化**。

要优化您的设计:

首先，选取将用作优化设计算例中的变量的尺寸。

优化设计算例将以您在下一步中所指定的范围改变此尺寸。将根据每个尺寸值重新计算模拟。以最低质量产生模型但尊重约束的尺寸值是最优值。

→ **选择尺寸**

← 上一步 重新开始

变量视图 结果视图

运行 优化

变量

D1Sketch1 (0.003)	Range	单击此处添加变量
-------------------	-------	----------

约束

安全系数	Is greater than	单击此处添加约束
------	-----------------	----------

安全系数
最大位移
最大应力
基 Minimize

选取使用哪个约束并为选定的约束定义值。

变量视图 结果视图

运行 优化

变量

D1Sketch1 (0.003)	Range	最小: 1.5mm	单击此处添加变量
-------------------	-------	-----------	----------

约束

安全系数	Is greater than	最小: 10	单击此处添加约束
------	-----------------	--------	----------

→ **运行优化**

→ 下一步

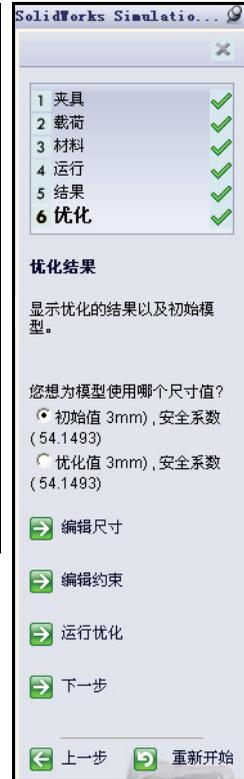
← 上一步 重新开始

查看结果。

注释: 可以进行以下练习: 单击“运行”选项卡, 然后使用新值重新运行分析。

- 2 关闭所有模型。
依次单击菜单栏菜单中的窗口、关闭所有。您已经完成本节的内容。

变量视图	结果视图	
	Initial	Optimal
D1Sketch1	3mm	1.810089mm
安全系数	54.149259	11.677001
质量	3.53429e-007 kg	1.28665e-007 kg



SolidWorks Flow Simulation

在本节中, 您将使用 SolidWorks Flow Simulation 分析初始 Race Car Block 装配体和最终 Race Car 装配体的空气动力学特性。您可以将本节中的 SolidWorks Flow Simulation 想像成一个虚拟风洞。

注释: 为了节省时间, 我们已经为您生成了初始 Race Car Block 装配体配置, 该配置位于您下载的 Flow Simulation 文件夹内。

SolidWorks Flow Simulation 是什么?

SolidWorks Flow Simulation 是唯一一款面向设计师的流体流动分析工具, 已经完全整合到 SolidWorks 中。通过这款软件, 您可以直接分析实体模型。而且, 您还可以通过使用向导方便地设置单位、流体类型和流体物质等项目。分析分为若干步骤:

1. 在 SolidWorks 中创建一个设计。
SolidWorks Flow Simulation 可以分析零件、装配件、子装配体和多实体。
2. 在 SolidWorks Flow Simulation 中创建一个项目文件。
SolidWorks Flow Simulation 项目将包含所有的设置和问题答案以及与 SolidWorks 配置相关联的每个项目。
3. 运行分析。此过程有时称为解算。
4. 查看 SolidWorks Flow Simulation 结果, 其中包括:
结果图解:
 - 向量、轮廓和等值线
 - 剪切图解、曲面图解、流动轨迹和等曲面经过处理的结果:
 - XY 图解 (Microsoft Excel)
 - 目标 (Microsoft Excel)
 - 曲面参数
 - 点参数
 - 报告 (Microsoft Word)
 - 参考流体温度

流体流动分析

流体流动分析用来动态地研究液体（如水和油）或气体（如氢气、氧气、空气等）的运动。像天气预报、海啸信息或者车流量的模拟便都是流体流动分析的体现。

液体分析的两个好处是节能和传热。

节能：通过分析发动机的结构和重量可以减少发动机的总应力载荷，而且进行流体流动分析还能收集燃烧效能数据，从而提高功率输出。

传热：指能量以温度形式交换的物理现象。例如，在核反应堆中，放射性衰变不能直接产生电能。而是由热能传输到水中产生蒸汽，再由蒸汽推动涡轮机产生电能。

流体流动分析可应用到加工制造业的多个领域：

- **空气动力学设计和机械**
风扇和风力发电装置
- **制冷和供暖**
预测可能的温度变化
- **流体处理机械**
泵、压缩机和阀
- **电气设备**
个人计算机以及精密电子器件的发热测量
- **运输机械**
车、船和飞机（发动机是另一类）

为什么进行设计分析？

在 SolidWorks 中创建设计之后，您可能需要回答如下问题：

- 零件运转是否迅捷？
- 零件如何处理空气阻力？
- 能否使用较少材料而又不影响性能？

如果没有分析工具，您必须经过代价高昂的原型测试设计周期才能确保产品性能符合客户的期望。现在通过设计分析，您即可对计算机模型快捷经济地执行一系列设计周期。即便对于制造成本影响不大的情况，设计分析在最终产品质量方面也具有明显优势，工程师通过它发现设计问题的速度要远远快于通过测试实际原型。不仅如此，设计分析还使得针对多种设计选项的研究更加方便，有助于实现最优设计。设计分析不仅快捷而且并不昂贵，它可以揭示一些不太直观的解决方案，还可以通过让工程师进一步了解产品的行为而使他们获益。

使用 SolidWorks Simulation Flow 之前的检查工作

检查是否安装 SolidWorks Flow Simulation 2011 软件。

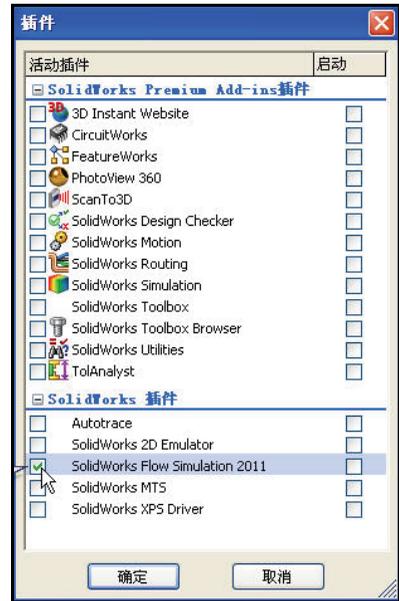
依次单击菜单栏菜单中的工具、插件…。

选中 **SolidWorks Flow Simulation 2011** 框。

单击插件对话框中的确定。

注释: Flow Simulation 选项卡随即显示在 CommandManager 中, 并且有一个文档处于激活状态。

提示: 选择 Flow Simulation CommandManager 中的工具。



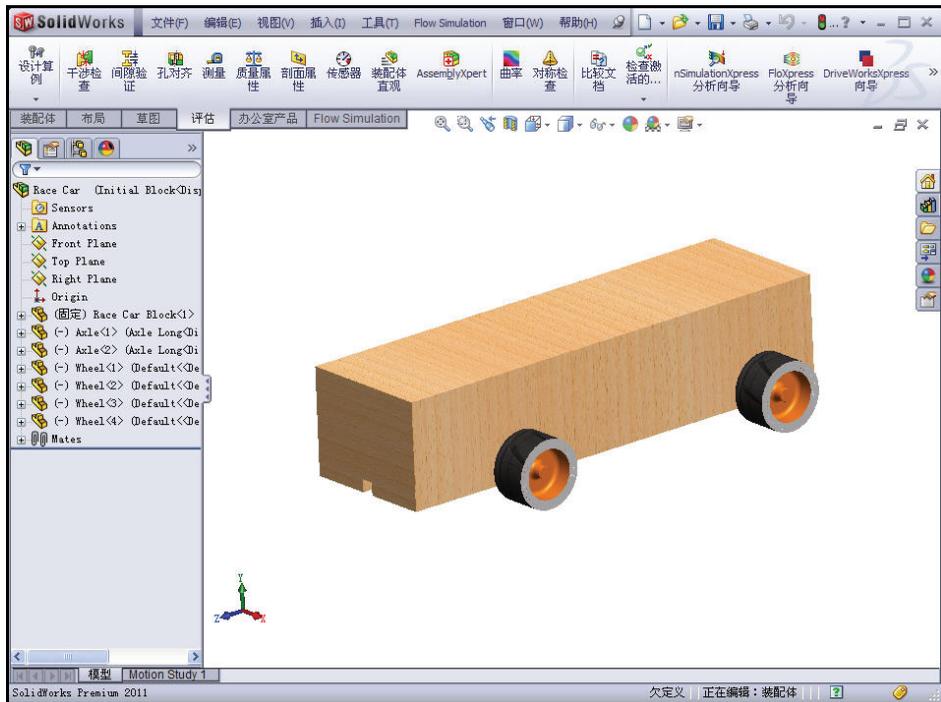
分析初始 Race Car Block

- 1 打开 Flow Simulation 文件夹中的 Race Car 装配体。

单击菜单栏工具栏中的打开 。

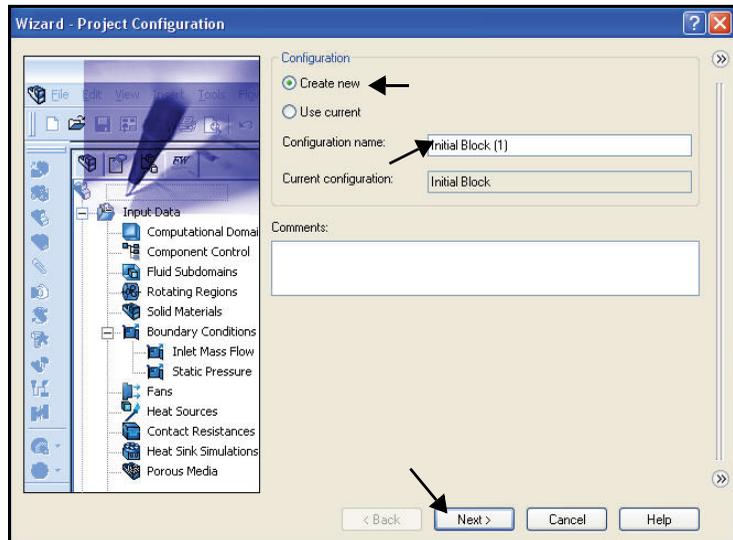
浏览到 Flow Simulation 文件夹。

- 2 双击 Race Car。Race Car 装配体 (Initial Block) 配置随即在图形区域中显示。为了节省时间, 已经为您生成了 Race Car (Initial Block) 装配体配置。



生成 **Simulation Flow** 项目

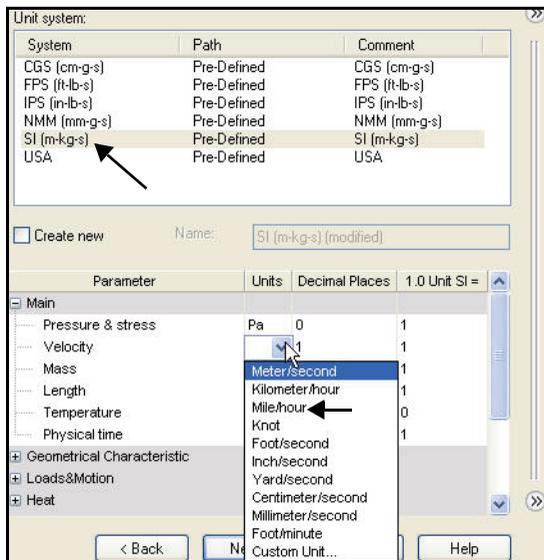
- 3 单击 **CommandManager** 中的 **Flow Simulation** 选项卡。
单击 **Flow Simulation CommandManager** 中的向导 。向导对话框随即显示。查看显示的选项。
- 4 配置项目名称。
单击新建框。
接受配置名称: **Initial Block (1)**。
单击下一步 **>**。



注释: 此项目所需的全部分析数据均保存在此 SolidWorks 模型配置中。

5 设置单位系统。
在单位系统框中单击 **SI (m-k-g-s)**。

在速度 / 单位框中单击。
选择英里 / 小时。



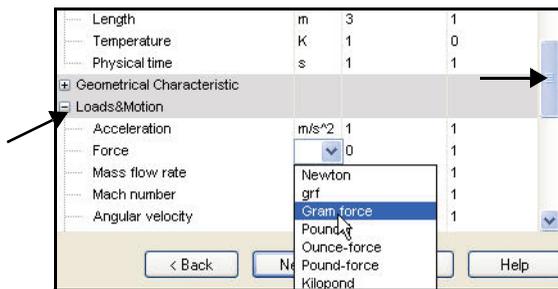
向下滚动查看载荷和运动选项。

展开 **Loads&Motion** 文件夹。

在力 / 单位框中单击。

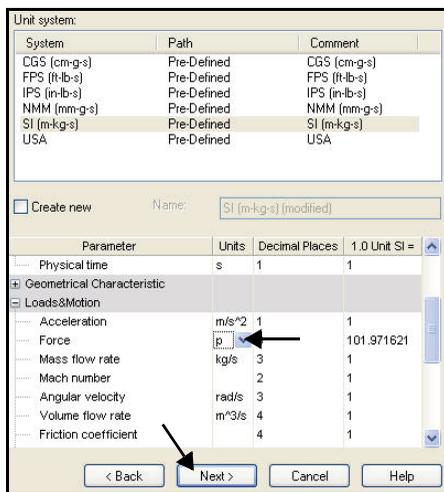
选择克力。

单击下一步 >。



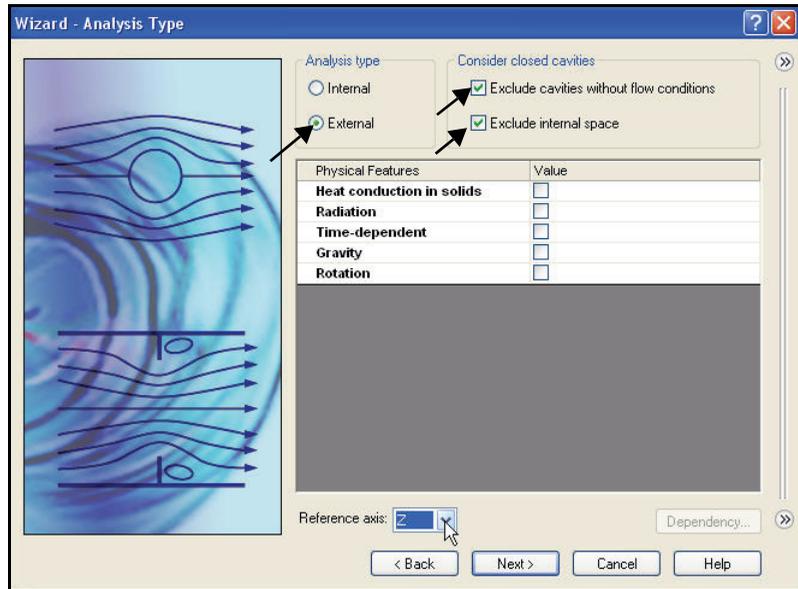
克力

克力是一种力学单位，大致相当于 1 克物质在地球上的重量。然而，各地的重力加速度 g 会由于经度、海拔高度以及在地球上所处的位置而有所不同。因此为了精确起见，1 克力的大小等于 1 克重的物质作用于重力加速度为 9.80665 米 / 平方秒的位置的力。



- 6 设置分析类型和物理特征。
单击选择外部作为分析类型。
选中不包括无流量条件的胸腔框。
选中不包括内部空间框。
选择 **Z** 作为参考轴。

注释: 选择参考轴后, 角速度向量就能够与参考轴对齐。

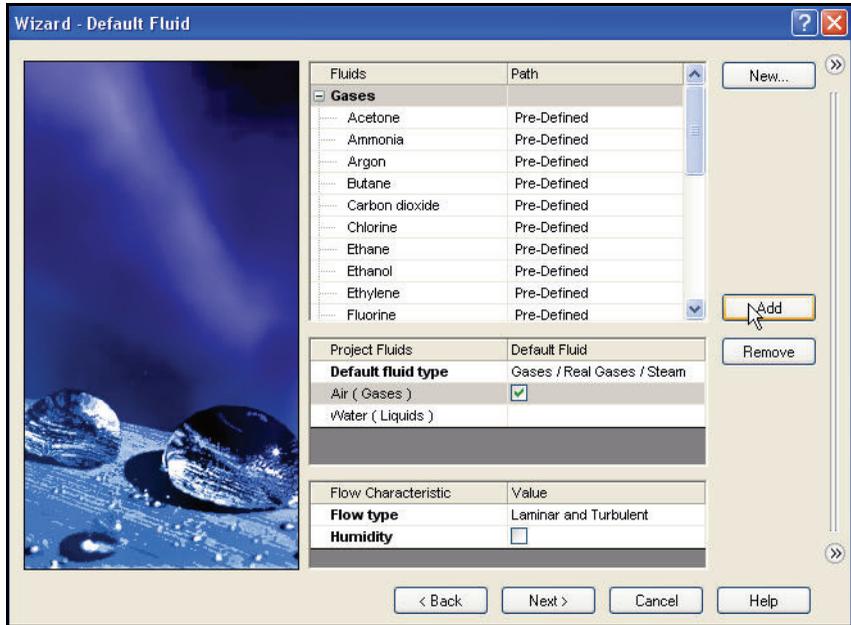


注释: 内部分析研究的是封闭式流体流道, 外部分析研究的是开放式流体流道。您可以对汽车发动机的排气歧管等使用内部分析。

单击下一步 >。

- 7 设置默认流体。
展开 **Gases** 文件夹。
单击空气。
单击添加按钮。

提示: 您也可以双击空气, 或者将其从一个列表拖放至另一个列表内。

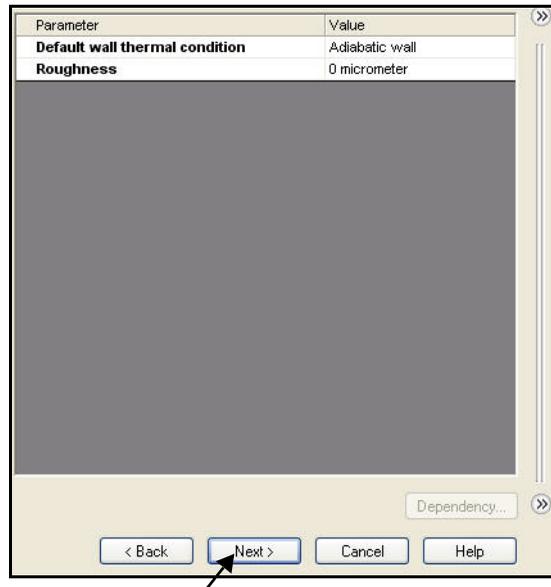


注释: SolidWorks Flow Simulation 有一个“工程数据库”, 当中包含了多种液体和气体。使用此数据库, 您可以生成自己的材料。

SolidWorks Flow Simulation 可以分析不可压缩的液体, 也可以分析可压缩气体, 但是在一次分析中不能同时分析两者。此外, 您还可以指定程序应该考虑进去的其它高级物理特征。

单击下一步 >。

- 8 设置壁条件。
接受默认值：绝热壁和粗糙度 = 0 毫米。
单击下一步 >。
- 9 设置初始条件和环境条件。
在 Z 方向的速度值框中双击。

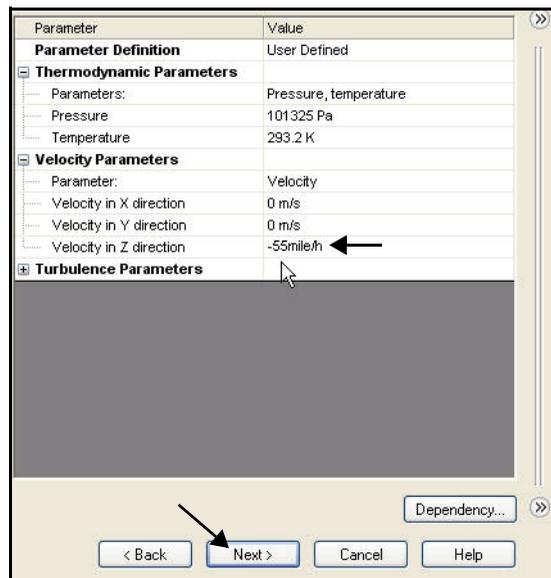


输入 **-55 英里 / 小时**。大约相当于 **-24.58 米 / 秒**。

注释： 负号非常重要！它表示空气流向赛车。

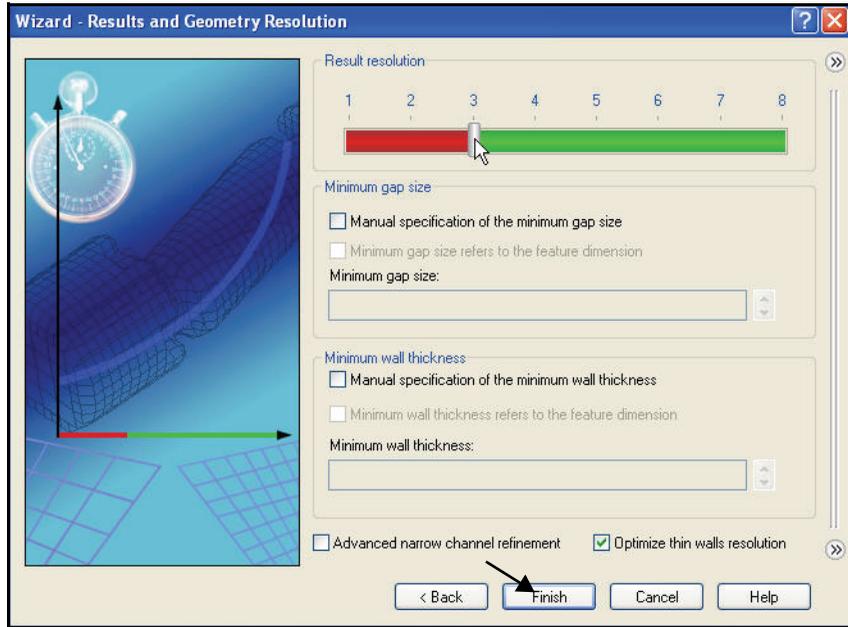
在真实条件下，赛车将在静止的空气中运动。在风洞中，赛车是静止的，空气是运动的。您可以将此 Flow Simulation 示例想像成一个虚拟风洞。赛车是静止的，空气是流动的。

单击下一步 >。



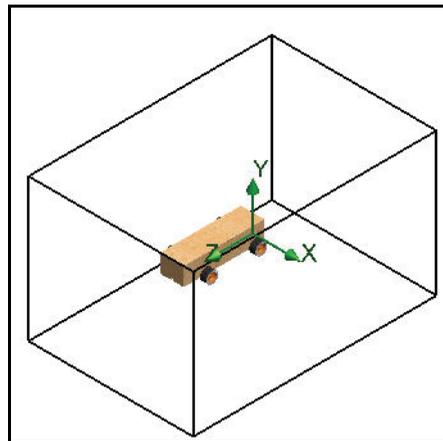
10 结果求解和几何体求解。

接受默认结果求解值 **3**。这样即可在合理的时间内产生精确度可以接受的结果。



单击完成按钮。

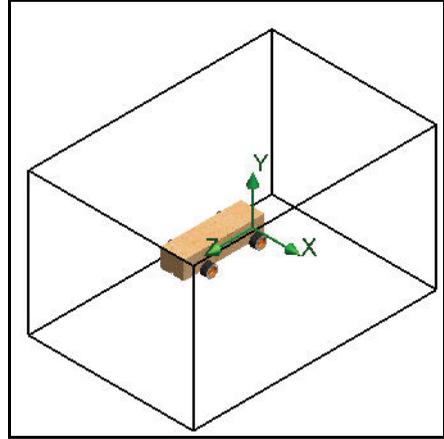
11 查看图形区域中的模型。
缩小模型以便在图形区域中查看
计算域。



计算域

SolidWorks Flow Simulation 计算是在一个称为计算域的立方体中进行的。此立方体的边线平行于整体坐标系统基准面。对于外部流动，计算域的大小是根据模型的大小自动计算的。

右图中，黑色的方框表示计算域。



修改计算域

为什么修改计算域：

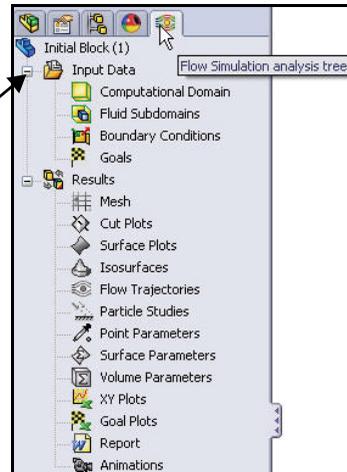
■ 大小

我们打算减小计算域的大小以便缩短解算时间，但这要以准确度为代价。计算域越小，要计算的流体单元格越少。如果采用域的默认大小，即使在速度较快的计算机上，解算时间可能也会超过 1 小时。这么长的解算时间在学校这一环境中不切实际。

1 显示 Flow Simulation 分析树。

单击 **Flow Simulation** 分析树  选项卡。

展开 **Input Data** 文件夹。



2 设置计算域的大小。

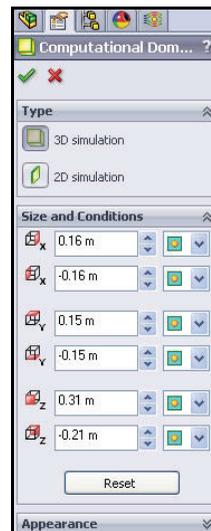
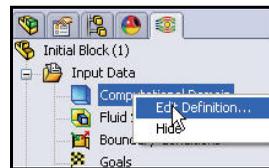
右键单击 **Computational Domain** 文件夹。

单击编辑定义。

输入以下值：

- X 最大 = 0.16 m
- X 最小 = -0.16 m
- Y 最小 = 0.15 m
- Y 最大 = -0.15 m
- Z 最大 = 0.31 m
- Z 最小 = -0.21 m

单击 PropertyManager 中的确定 。



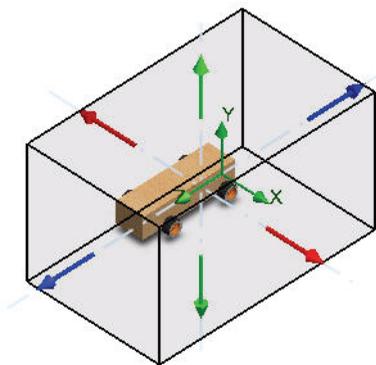
3 结果。

生成的计算域在图形区域中显示。

设置目标

您可以指定下面四个工程目标：

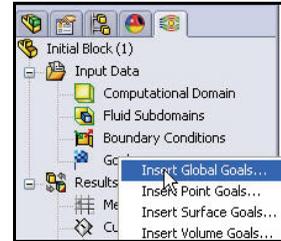
- 整体目标
在整个计算域中计算的一个物理参数。
- 表面目标
在用户定义的模型表面上计算的一个物理参数。
- 容积目标
在计算域内用户定义的空间中（在液体或固定中）计算的一个物理参数。
- 方程式目标
由方程式定义的目标，以指定目标或者以指定项目的输入数据特征为变量。



- 4 插入整体目标。
右键单击 **Goals** 文件夹。

单击**插入整体目标**。整体目标 PropertyManager 随即显示。

提示: 向右拖动 PropertyManager 窗口边框使该窗口更宽。
这样就可以更加方便地查看参数名称。



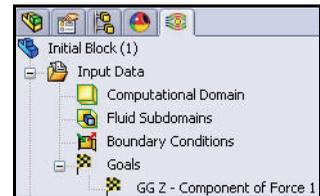
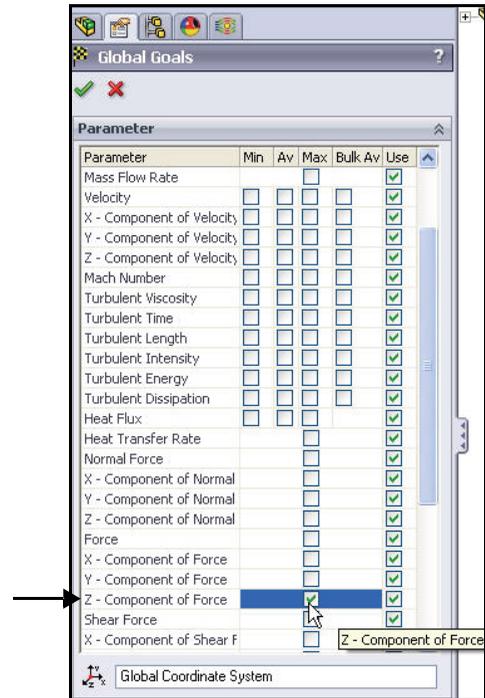
- 5 设置拖滞目标。
向下滚动以查看参数列中的力的 **Z** 分量。

选中**最大 (最大值)** 框。

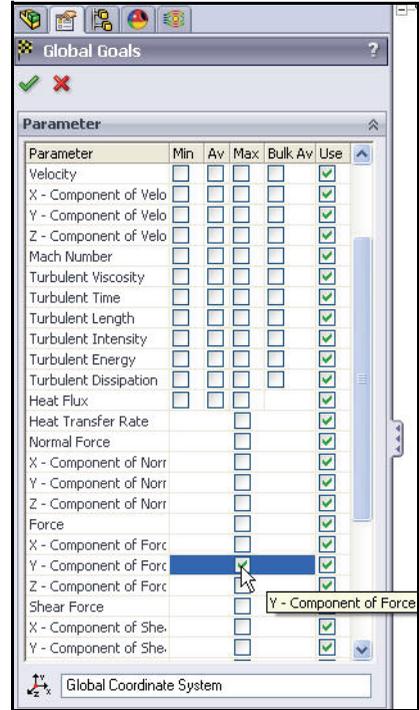
单击整体目标 PropertyManager 中的**确定** 。查看 Flow Simulation 分析树中的更新。

- 6 插入另一个整体目标。
右键单击 **Goals** 文件夹。

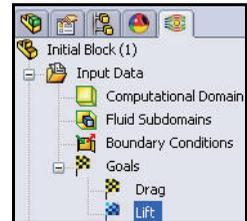
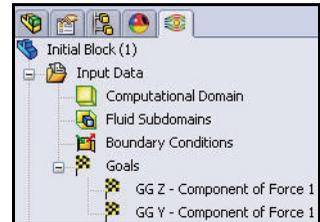
单击 Flow Simulation 分析树中的**插入整体目标**。



- 7 设置升举目标。
向下滚动以查看参数列中的力的 Y 分量。
选中**最大**（最大值）框。
单击整体目标 PropertyManager 中的**确定** 。在 FeatureManager 中查看更新。



- 8 给目标重命名。
两个目标图标显示在 Flow Simulation 分析树中。
将 **GGZ - Component of Force 1** 重命名为 **Drag**。
将 **GGY - Component of Force 1** 重命名为 **Lift**。



运行分析

1 运行分析。

单击 Flow Simulation

CommandManager 中的运行

。运行对话框随即显示。

查看其中的选项。

单击运行按钮。

2 解算器信息。

运行对话框随即显示。窗口左侧记录了解算过程中所采取的每个步骤。窗口右侧是信息窗口，其中提供了网格化信息以及与分析相关的警告。

注释: 分析过程需要 15 分钟才能完成。

3 暂停计算。

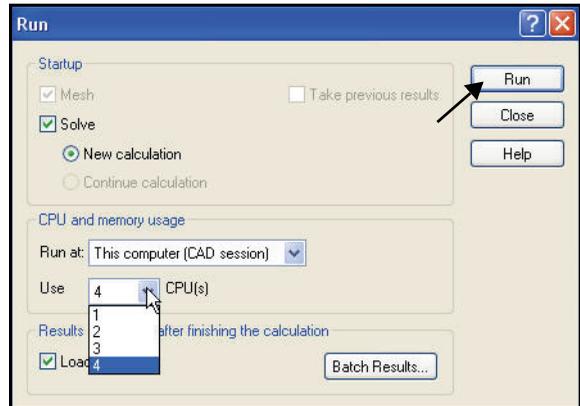
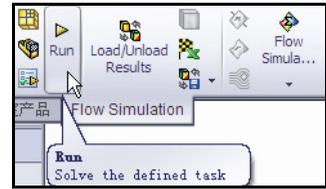
进行大约 60 次交互后，请单击解算器工具栏上的暂停  按钮。这样计算会暂停，您便可以研究一些不同类型的预览。

4 预览速度。

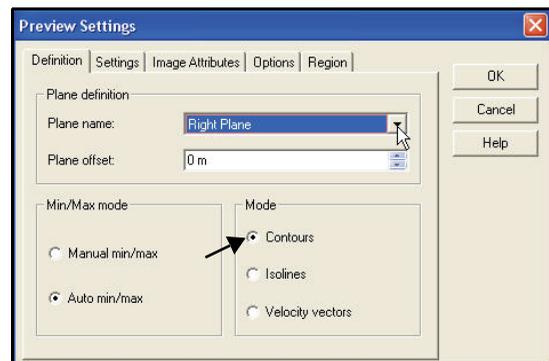
单击解算器工具栏上的插入预览  工具。预览设置对话框随即显示。

选择右窗格作为基准面名称。

选择轮廓作为模式。



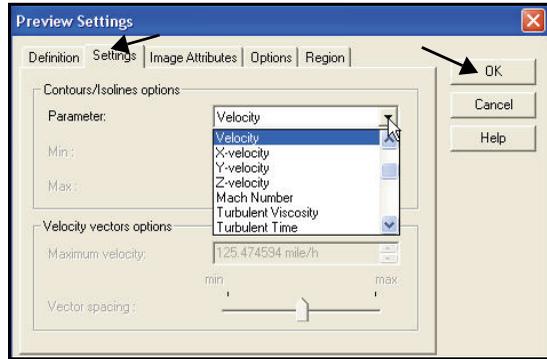
Parameter	Value
Status	Calculation
Fluid cells	27762
Partial cells	1915
Iterations	60
Last iteration finished	16:37:07
CPU time per last iteration	00:00:02
Travels	0.960573
Iterations per 1 travel	62
Cpu time	0 : 1 : 1
Calculation time left	0 : 4 : 45



单击预览设置对话框中的设置选项卡。

选择速度作为参数。查看显示的选项。

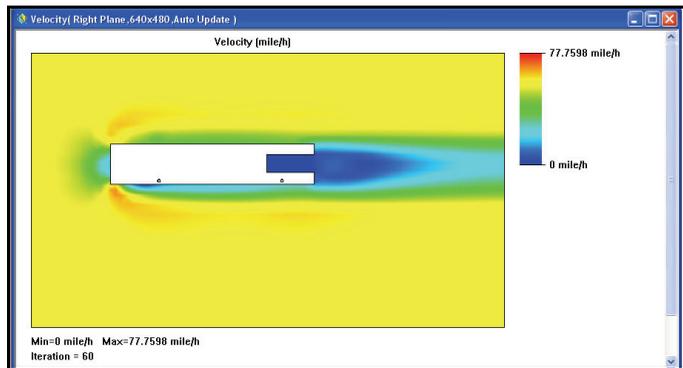
单击确定。



- 5 查看预览框。
图解预览显示在自己的窗口中。
查看结果。

注释: 比例可能会略有不同。

关闭预览窗口。



- 6 预览压力。
单击解算器工具栏上的插入预览  工具。预览设置对话框随即显示。

选择右窗格作为基准面名称。

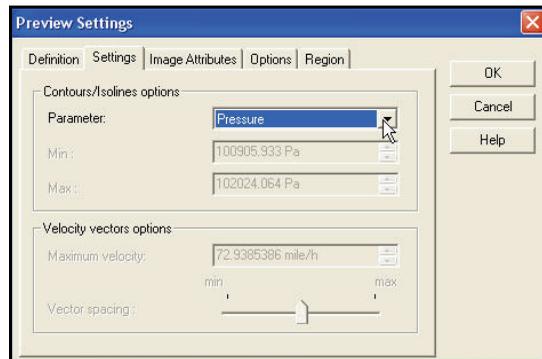
选择轮廓作为模式。

单击编辑选项卡。

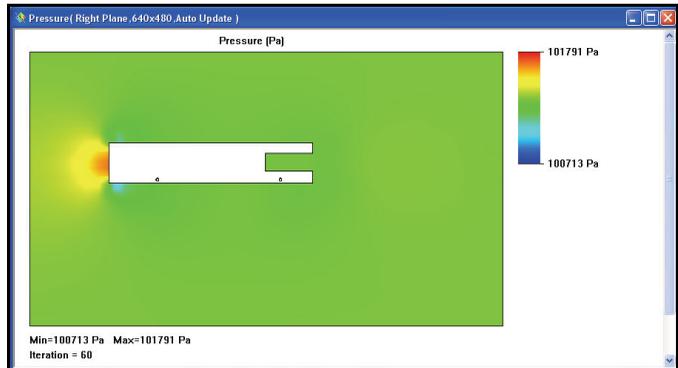
选择压力作为参数。

单击确定。查看结果。

关闭预览窗口。



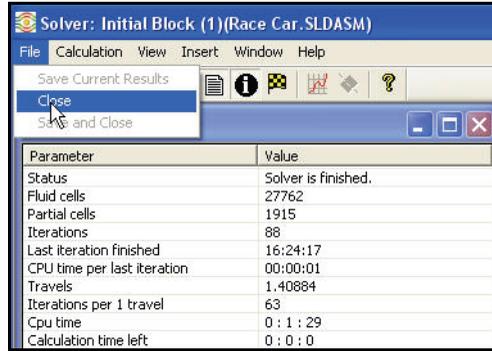
- 7 恢复计算。
关闭预览窗口。
单击解算器工具栏上的暂停  按钮。
- 8 完成分析。
解算器完成解算时，窗口底部的状态栏会进行提示。



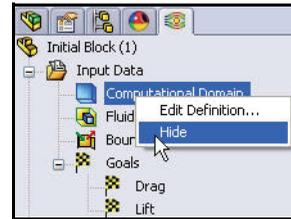
Parameter	Value
Status	Solver is finished.
Fluid cells	27762
Partial cells	1915
Iterations	88
Last iteration finished	16:24:17
CPU time per last iteration	00:00:01
Travels	1.40894
Iterations per 1 travel	63
Cpu time	0 : 1 : 29
Calculation time left	0 : 0 : 0

Event	Iteration	Time
Mesh generation started		16:16:20 , Nov 04
Mesh generation normally finished		16:16:41 , Nov 04
Preparing data for calculation		16:16:45 , Nov 04
Calculation started	0	16:16:48 , Nov 04
Calculation has converged since t...	87	16:24:17 , Nov 04
Goals are converged	87	
Calculation finished	88	16:24:22 , Nov 04

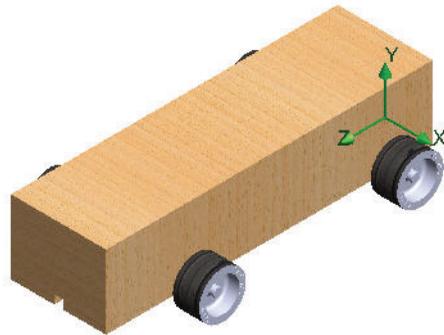
- 9 关闭解算器窗口。
依次单击解算器对话框中的文件、
关闭。



- 10 隐藏计算域。
右键单击 **Computational Domain**
文件夹。
单击隐藏。



- 11 保存文档。
单击菜单栏工具栏中的保存 。



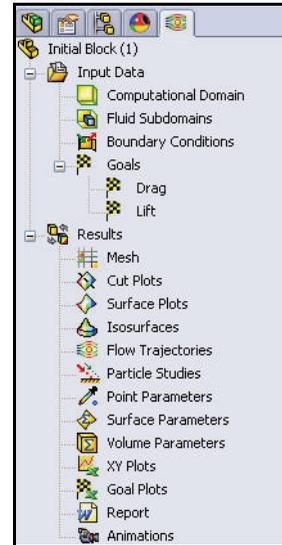
查看结果

计算完成后，您可以直接在图形区域中以自定义的方式通过多种 Flow Simulation 选项查看保存的计算结果。结果选项包括：

- 剪切图解（参数分布的剖面视图）
- 剖面图解（在指定剖面上生成结果的轮廓）
- 流动轨迹（流线和实际轨迹）
- 目标图解（在计算过程中指定目标的行为）
- XY 图解（沿着曲线、草图的参数变化）
- 曲面参数（获取指定曲面的参数）
- 点参数（获取指定点的参数）
- 报告（Microsoft Word 中的项目报告输出结果）
- 结果的动画演示

等。

下面，我们将查看剖面图解、曲面图解和流动轨迹。



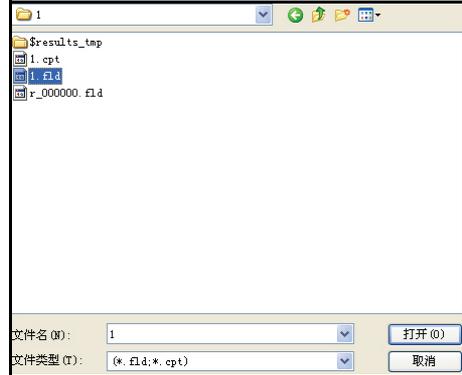
访问结果

- 1 如果需要, 请加载结果。
右键单击 Flow Simulation 分析树中的 **Results** 文件夹。

单击加载结果。加载结果对话框随即显示。

注释: 如果出现卸载结果对话框, 则表示结果已经加载完毕。

双击 1.fld。



生成剖面图解

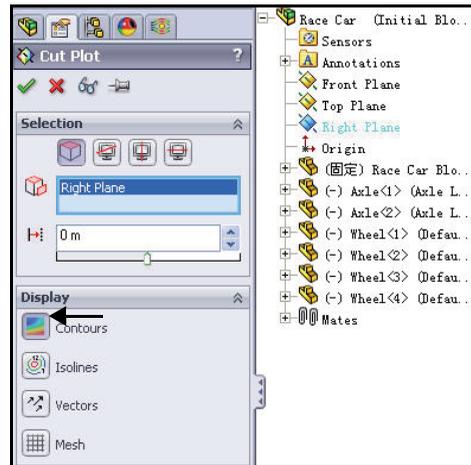
右键单击 **Cut Plots** 文件夹。

单击插入。剪切图解 PropertyManager 随即显示。默认情况下, 前视基准面处于选中状态。

在弹出 FeatureManager 中展开 Race Car。查看特征。

单击弹出 FeatureManager 中的右视基准面。右视基准面随即在选择基准面或剖面框中显示。

在显示框中单击轮廓按钮。



在轮廓框中单击调整最小值和最大值按钮。

从下拉菜单中选择速度。

查看范围。

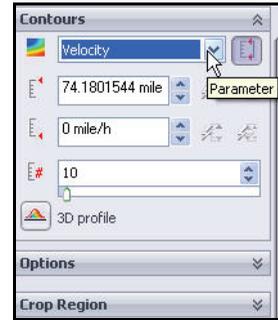


2 查看剖面图解。

单击剪切图解 PropertyManager 中的确定



。查看图形区域中的图解。



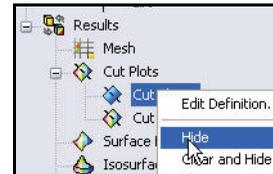
注释: 您可能需要单击隐藏 **FeatureManager** 树区域选项卡才可查看总图解。

3 查看结果。

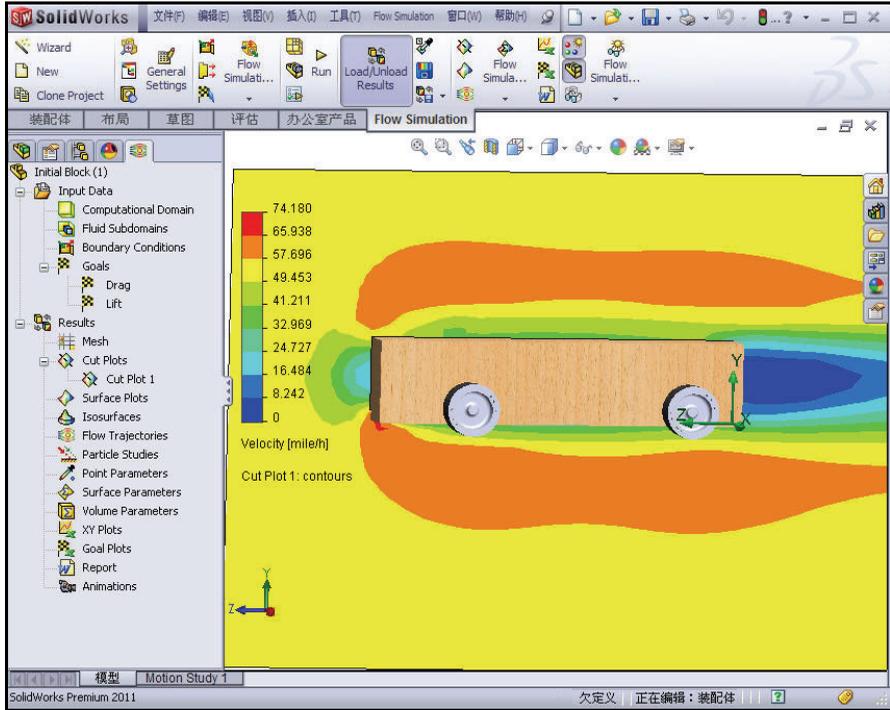
单击前导视图工具栏中的右视  视图。

查看结果。

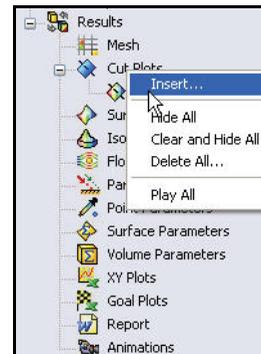
注释: 查看模型周围红色和橙色的高速区域。



- 4 隐藏剪切图解。
右键单击 Cut Plot1。
单击隐藏。



- 5 生成另一个剪切图解。
右键单击 **Cut Plots** 文件夹。
单击插入。默认情况下，前视基准面处于选中状态。

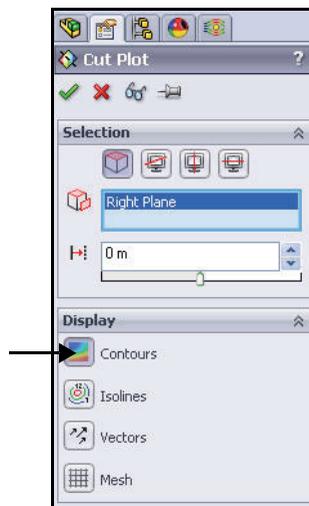


6 更改选定基准面。

在弹出 FeatureManager 中展开 Race Car 装配体。

单击弹出 FeatureManager 中的右视基准面。右视基准面随即在选择基准面框中显示。

在显示框中单击轮廓按钮。

**7 查看设置。**

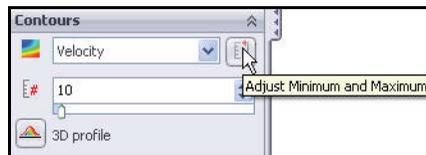
在轮廓框中单击调整最小值和最大值按钮。

查看范围。

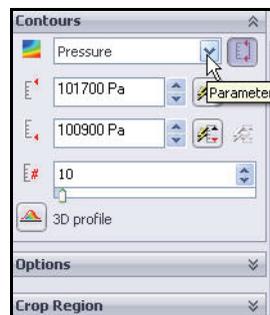
在参数设置的下拉菜单中选择压力。

输入最小压力值 **100900**。

输入最大压力值 **101700**。

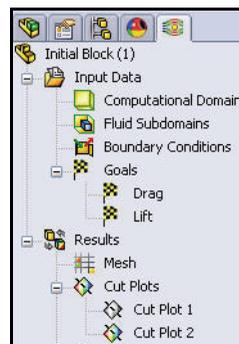
**8 查看剖面图解。**

单击剪切图解 PropertyManager 中的确定 。查看图形区域中的图解。



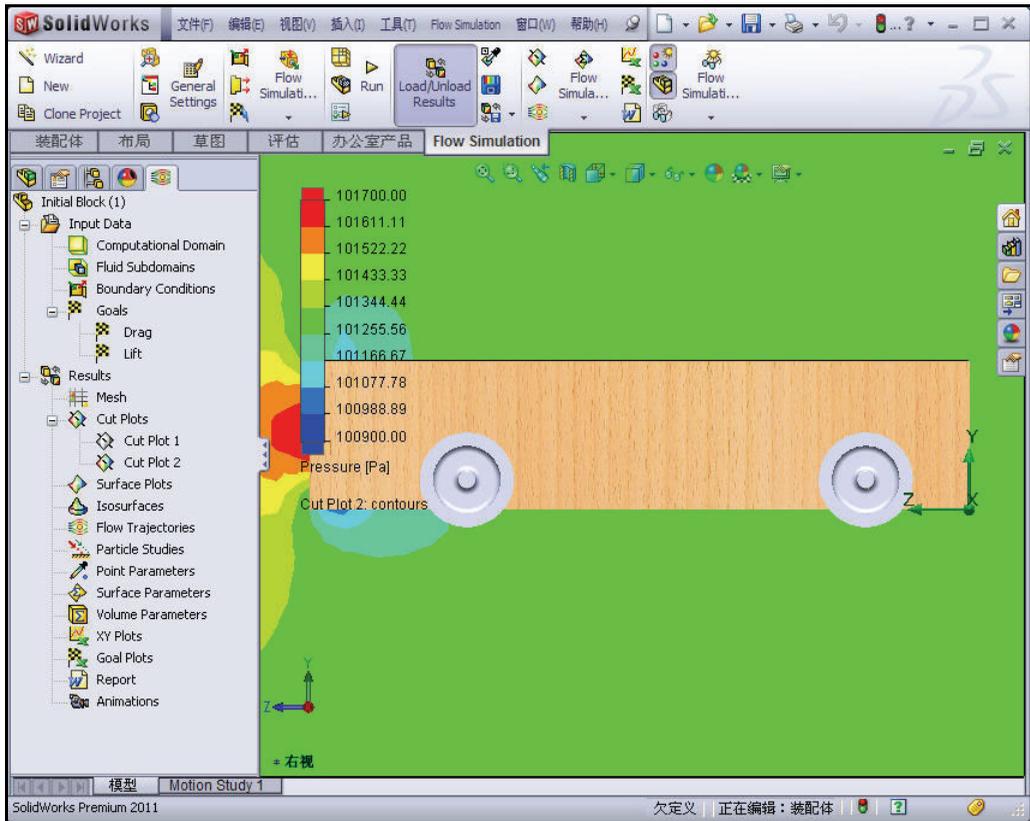
Cut Plot 2 在 Flow Simulation 分析树中显示。

注释: 如果需要, 如图所示单击 **FeatureManager** 树选项卡以查看整个图形区域。

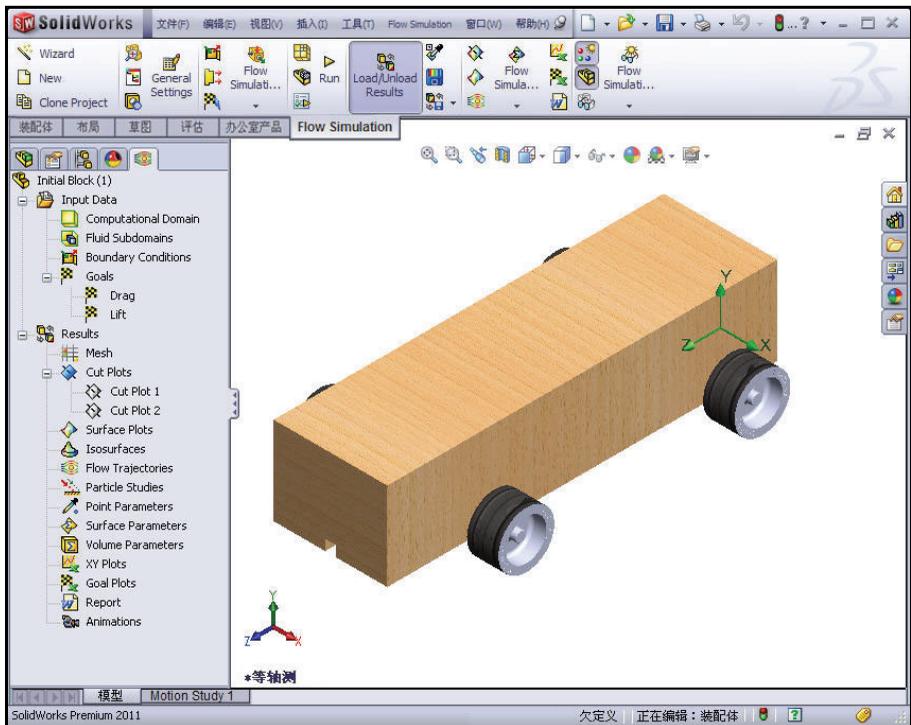
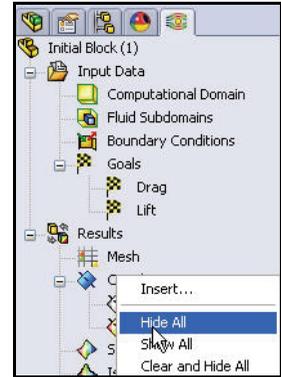


9 查看第二个图解。

单击前导视图工具栏中的右视  视图。查看图解。



- 10 隐藏剪切图解。
右键单击 Cut Plots 文件夹。
单击**全部隐藏**。查看图形区域中的模型。
- 11 显示等轴测视图。
单击前导视图工具栏中的**等轴测** .
- 12 保存文档。
单击菜单栏工具栏中的**保存** .



流动轨迹

流动轨迹显示为流线。流线是一些曲线，这些曲线上的流动速度向量与曲线上的任何点都相切。

提示：流动轨迹与风洞里的烟带类似。

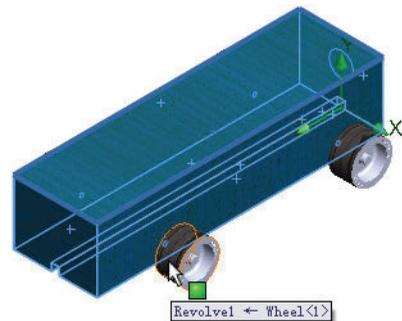
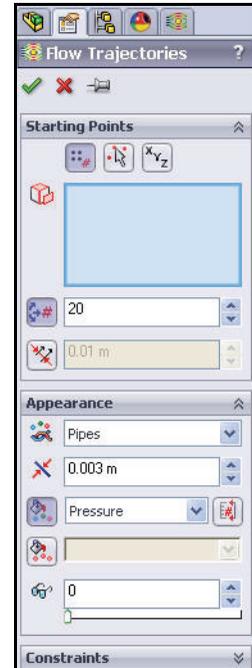
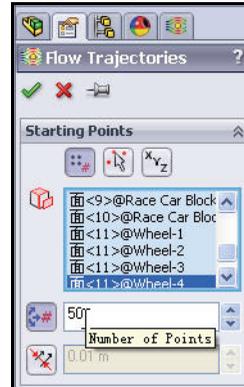
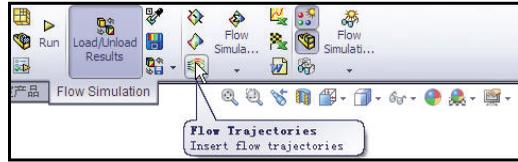
- 1 插入流动轨迹。
单击 Flow Simulation CommandManager 中的流动轨迹  工具。“参考”选项处于激活状态。

右键单击选择框中的消除选择。

单击 Race Car Block 上的 10 个平面。

单击 4 个 Wheels 上的面。

输入 50 作为点数。



在绘制轨迹下拉菜单中选择带箭头线条。

单击流动轨迹 PropertyManager 中的确定 。

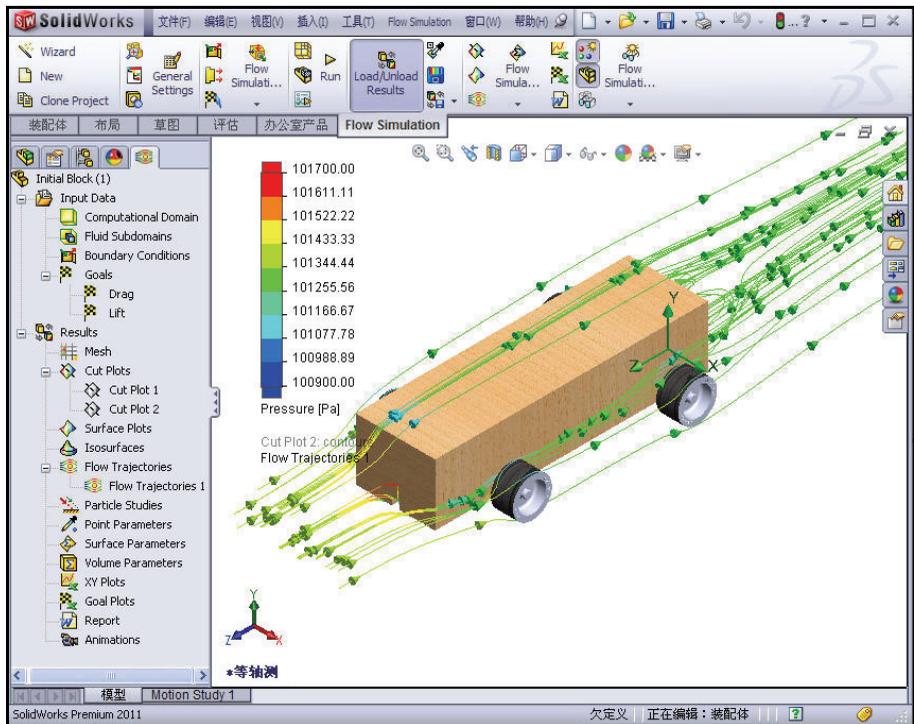
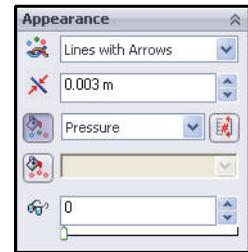
2 查看流动轨迹。

这种显示方法有助于您想像空气如何在赛车周围流动。

旋转图形区域中的模型，以便查看前轮周围以及赛车车身后部的湍流。

3 保存文档。

单击菜单栏工具栏中的保存 。



试验其它流动轨迹

以下两种方法可用来试验流动轨迹:

- 编辑现有图解的定义
- 插入新图解

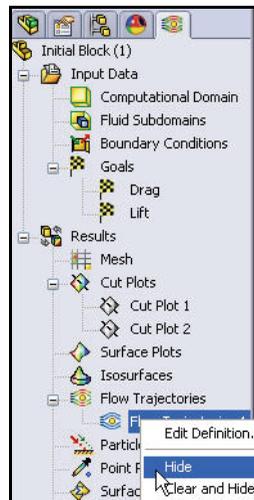
如果生成多条流动轨迹, 您可以一次显示其中一条, 也可以同时显示其中的几条。

我们将再生成一些流动轨迹。

4 隐藏流动轨迹。

右键单击 Flow Trajectories 1。

单击隐藏。



5 插入新的流动轨迹图解。

右键单击 Flow Trajectories 文件夹。

单击插入。

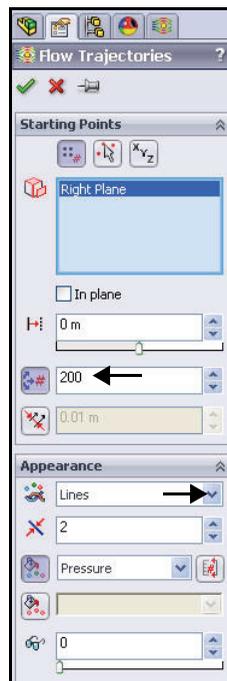
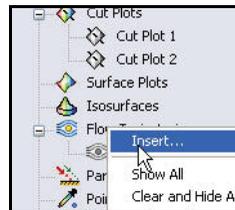
右键单击消除选择。

单击弹出 FeatureManager 中的右视基准面。

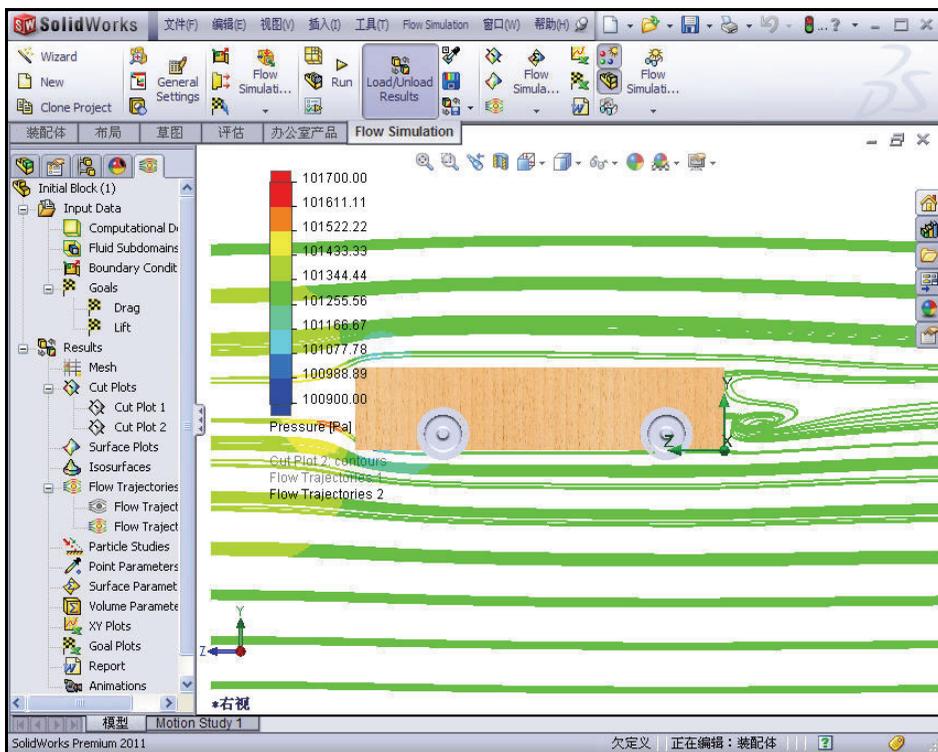
输入 **200** 作为点数

在绘制轨迹下拉菜单中选择线条。

单击流动轨迹 PropertyManager 中的确定 .

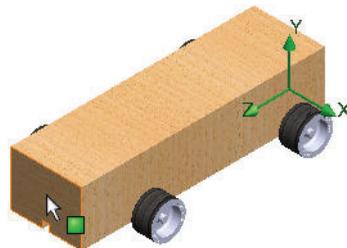
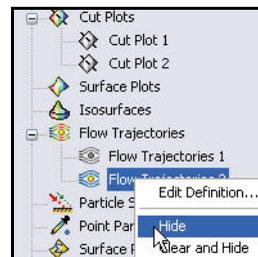


- 6 显示右视视图。
单击前导视图工具栏中的右视  视图。



注释: 请注意赛车体前方和后方的湍流。

- 再插入一个新的流动轨迹图解。
右键单击 Flow Trajectories 2。
单击隐藏。
右键单击 Flow Trajectories 文件夹。
单击插入。
右键单击消除选择。
单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。
单击 Race Car 的正面。

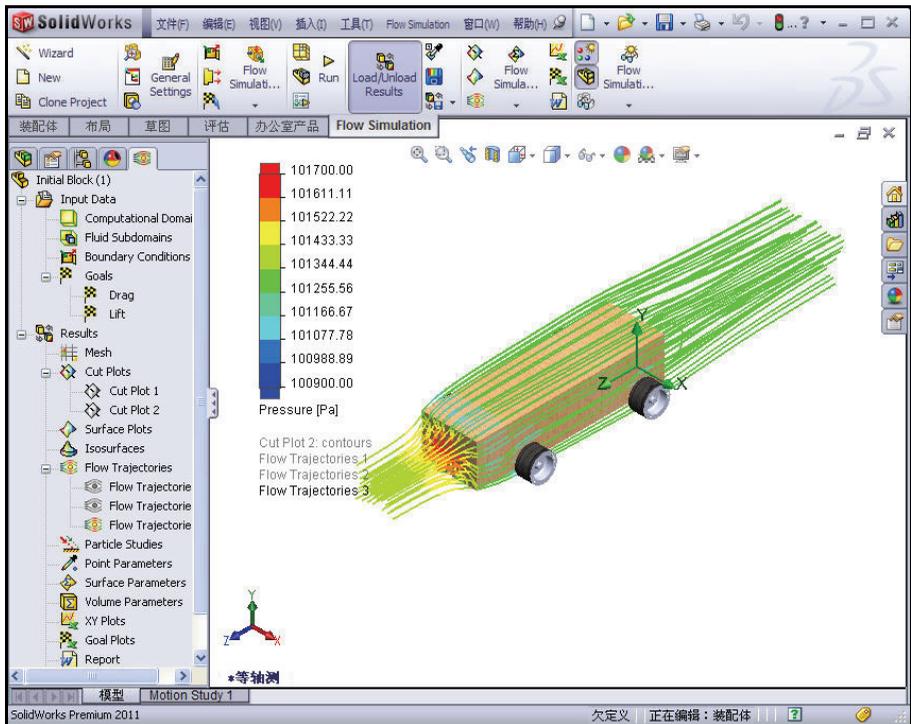


输入 **50** 作为点数。

在绘制轨迹下拉菜单中选择**线条**。

单击流动轨迹 PropertyManager 中的**确定** 。

提示: 轨迹线数量越少, 越容易看出模型周围有无明显的湍流。



流动轨迹显示了以下几种状况:

- 轨迹在 Race Car 装配体前部车身处的红色部分, 表示该区域是个高压区。这种压力将影响 Race Car 的速度。
- 车轮后方的流动轨迹相当平滑, 这表明不存在湍流。

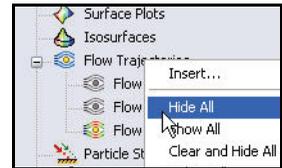
2 隐藏所有流动轨迹。

右键单击 Flow Trajectories 文件夹。

单击全部隐藏。

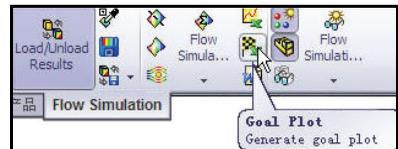
3 保存文档。

单击菜单栏工具栏中的保存 。



定量结果

前面的曲面图解和流动轨迹示例, 很好地向我们展示了空气如何在赛车车身周围流动。然而, 它们都是定性结果, 缺少定量特性。让我们继续学习对结果的定量解释。



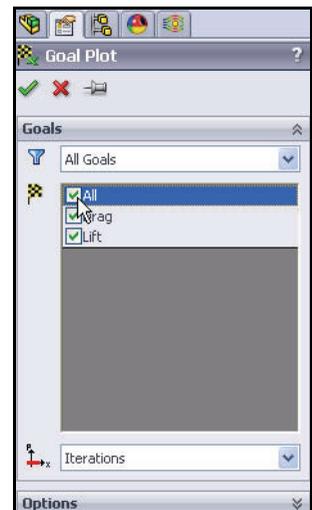
注释: 在下一节中我们需要使用 Microsoft® Excel。

1 生成目标图解。

单击 Flow Simulation 选项卡上的目标图解工具 。目标图解 PropertyManager 随即显示。

单击所有框。三个框被选中。

单击目标图解 PropertyManager 中的确定 。

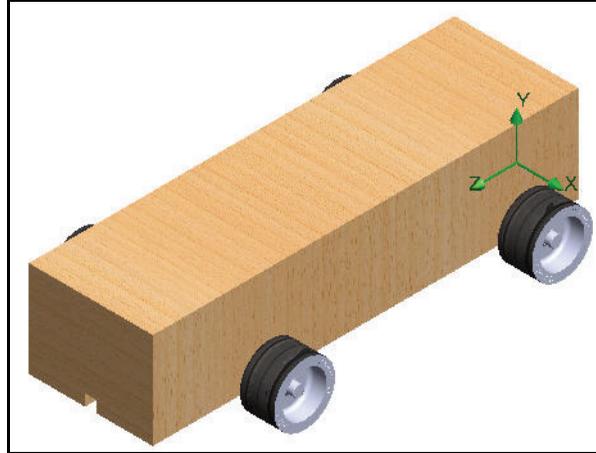


2 Excel 电子表格。

Microsoft® Excel 启动并且打开一个电子表格。要特别注意前三列。这三列中是目标的名称、单位(此时为克力)以及值。

Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]					
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
Drag	[p]	-150.2828991	-150.2881854	-150.5283354	-150.1493924
Lift	[p]	9.080182532	8.663085807	8.120552837	9.080213979

Iterations: 120
Analysis interval: 43



注释：数字可能因网格化类型和系统设置而略有不同。

- 3 保存并关闭装配体。
依次单击文件、保存。接受默认名称。
单击保存。
关闭 Excel 电子表格。

单位、值及结果的解释

我们已经讨论过，克力是一种力的单位，大小约等于 1 克物质在地球上的重量。对赛车的拖滞是一种力。克是一种质量单位。因此拖滞力大约等于 -150.28 克这种说法并不准确。

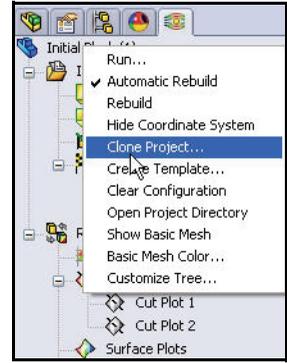
结果的正确说法应该是，拖滞力大约等于 150.28 克力，向下的升举力大约为 9.08 克力。

更改设计

基于使用 SolidWorks Flow Simulation 对 Race Car (Initial Block) 装配体配置的分析, 我们认为车身的形状有很大的改进空间。

重新进行分析的最简便方法, 是复制我们为 Initial Block 设计生成的 SolidWorks Flow Simulation 项目。这样, 我们就不用重复添加目标以及定义计算域的工作, 但是如果在最终默认 Race Car 配置上生成了新特征, 则不能重新使用图解。

为了节省时间, 我们提供了本节中需要的最终默认配置。配置可让您在一个 SolidWorks 文件中表示零件的多个版本。例如, 通过压缩特征和更改模型的尺寸值, 设计不用再生成新模型就可以方便地更改。



提示: 一个配置可以更改为具有不同值的尺寸。零件和装配体都支持配置调整。

注释: 赛车车身中的一些参考面在最终默认配置中不会存在。在向车身应用切除特征和圆角时, 这些面已被去除。因此, 我们必须先重新定义参考, 然后才能显示任何图解。此外, 我们还要在 Initial Block 配置中修改 Axle 零件, 才可以调整装配体。

4 复制项目。

右键单击 Flow Simulation 分析树中的 Initial Block (1) 配置。

单击复制项目。

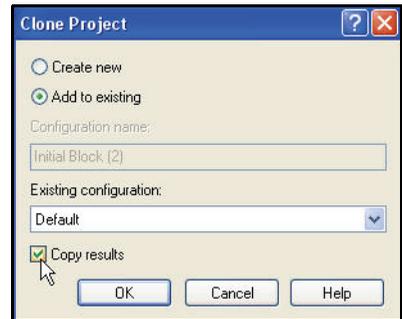
单击添加到现有。

对于现有配置, 请选择默认。

选中复制结果框。

单击确定。系统将询问您是否要重设计算域。

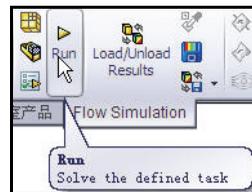
单击否。



注释: 为了便于在两组结果之间进行有意义的比较, 我们希望使用相同大小的计算域。另外, 要重设计算域, 我们需要重新定义对称条件。而这会导致额外的工作。

5 重设网格化设置。
要重设网格化设置吗？单击是。

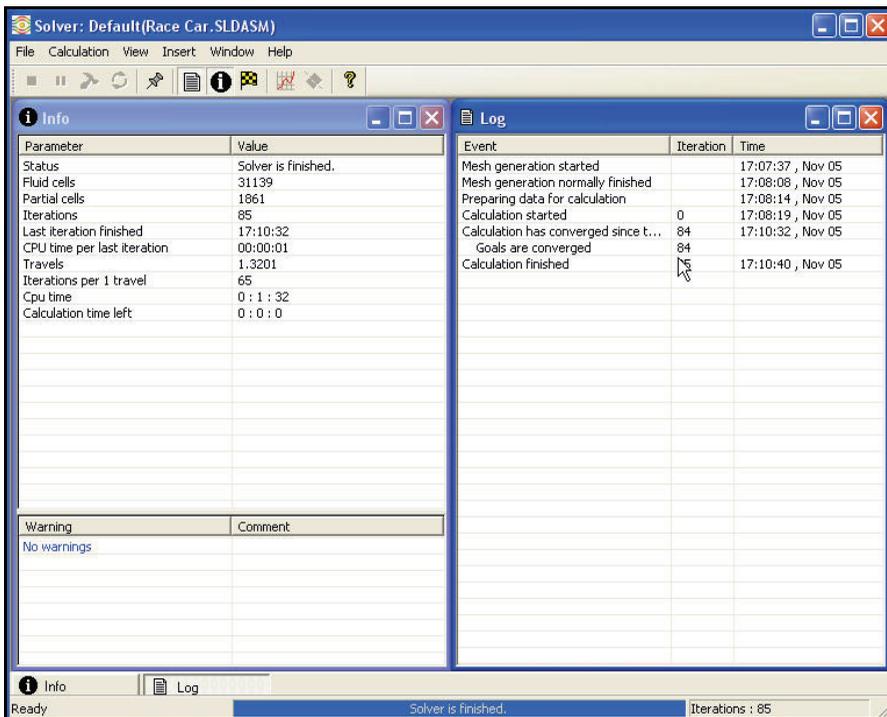
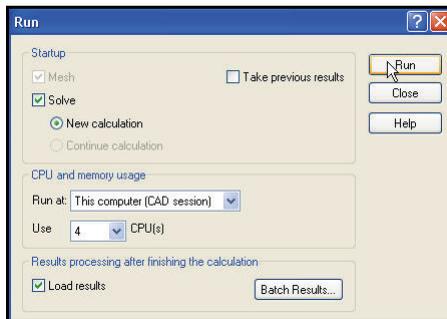
6 运行解算器。
单击 Flow Simulation CommandManager 工具栏中的运行 。



单击运行对话框中的运行。该操作需要进行 10 - 15 分钟。

7 完成分析。
解算器完成解算时，窗口底部的状态栏会进行提示。

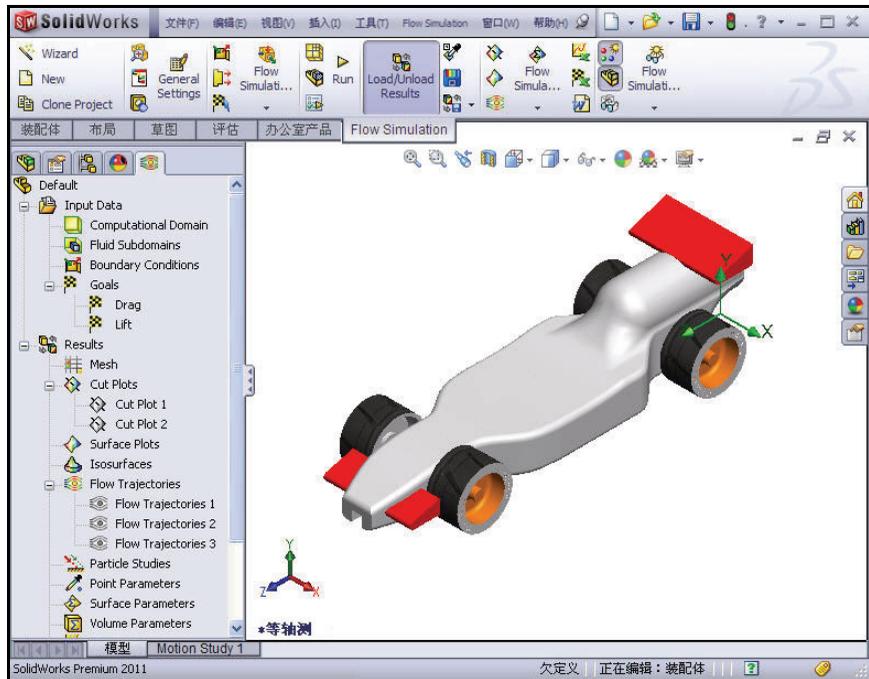
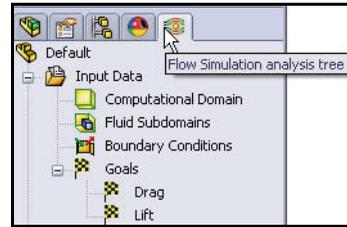
关闭解算器对话框。



查看结果

1 加载结果。

单击 **Flow Simulation** 分析树  选项卡。检查默认配置的结果。默认配置是 Race Car 装配体的最终配置。



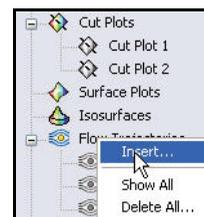
2 生成流动轨迹图解。

右键单击 **Flow Trajectories** 文件夹。

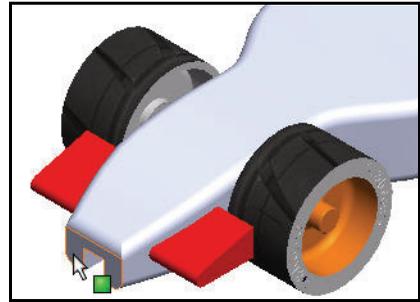
单击插入。

单击前导视图工具栏中的等轴测  视图。

如果需要，右键单击消除选择。



单击 Race Car 的正面。



输入 **50** 作为点数。

在绘制轨迹下拉菜单中选择线条。

3 查看设置。

单击调整最小值和最大值按钮。

在参数设置的下拉菜单中选择压力。

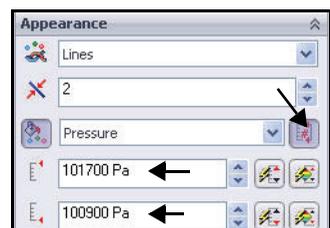
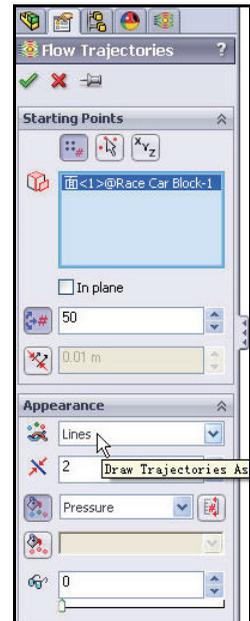
输入最小压力值 **100900**。

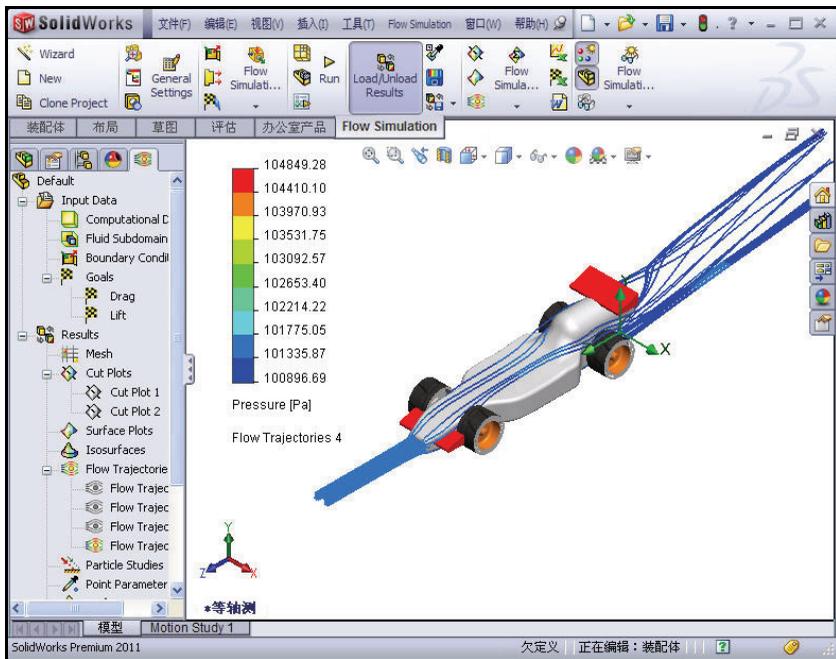
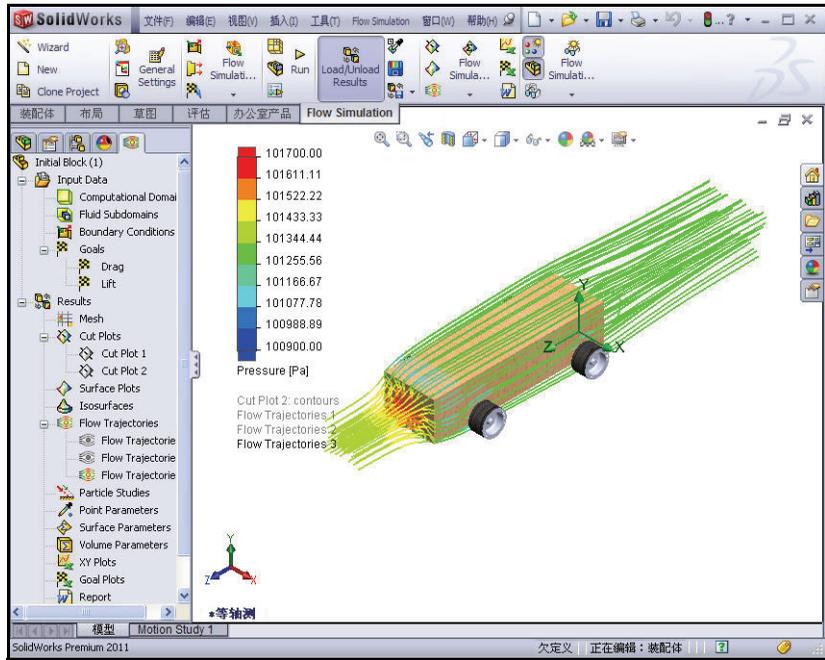
输入最大压力值 **101700**。

单击流动轨迹 PropertyManager 中的确定



下面是 Race Car (Initial Block) 流动轨迹图解与最终默认 Race Car 配置流动轨迹图解的比较。查看压力区。





4 修改流动轨迹图解。

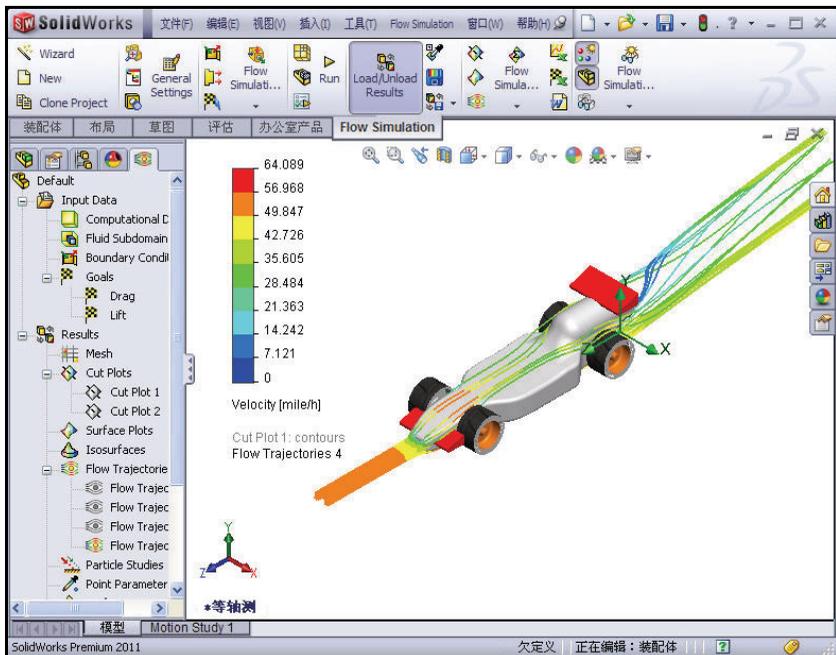
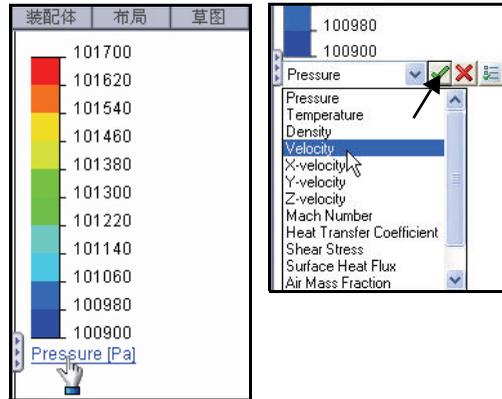
如图所示，将鼠标指针放在图形区域中的 **Pressure (Pa)** 上方。

单击 **Pressure (Pa)**。查看下拉菜单。

单击速度。

单击绿色复选符号。

查看新的流动轨迹图解。



5 隐藏所有流动轨迹。

右键单击 **Flow Trajectories** 文件夹。

单击全部隐藏。

6 保存文档。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

单击确定。



定量结果

注释: 在下一节中我们需要使用 Microsoft® Excel。

1 生成目标图解。

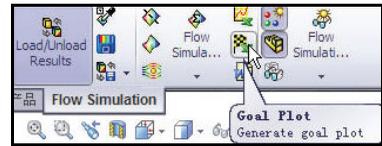
单击 Flow Simulation 选项卡上的目标图解工具 。目标图解 PropertyManager 随即显示。

单击所有框。

单击目标图解 PropertyManager 中的确定 。

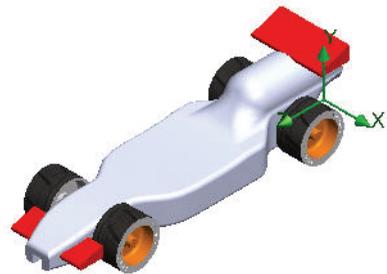
2 Excel 电子表格。

Microsoft® Excel 启动并且打开一个电子表格。要特别注意前三列。这三列中是目标的名称、单位（此时为克力）以及值。



Race Car.SLDASM [Default]					
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
Drag	[p]	-59.76460286	-59.47196595	-59.76460286	-58.93868992
Lift	[p]	-29.07469124	-28.92692062	-29.24218015	-28.54302559

Iterations: 85
Analysis interval: 33



Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]					
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
Drag	[p]	-150.2828991	-150.2881854	-150.5283354	-150.1493924
Lift	[p]	9.080182532	8.663085807	8.120552837	9.080213979

Iterations: 120
Analysis interval: 43

Race Car.SLDASM [Default]					
Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value
Drag	[p]	-59.76460286	-59.47196595	-59.76460286	-58.93868992
Lift	[p]	-29.07469124	-28.92692062	-29.24218015	-28.54302559

Iterations: 85
Analysis interval: 33

注释：数字可能因网格化类型和系统设置而有所不同。

新设计的拖滞力值是 59.76 克力。初始块的拖滞力值是 150.28 克 - 力。

改进百分比

要获得改进百分比，请使用下面的公式：

$$\left(\frac{\text{Initial Value} - \text{Final Value}}{\text{Initial Value}} \right) \times 100 = \text{Percentage Change}$$

为了简便起见，我们将四舍五入到 2 位小数位数。替换数值后得到以下结果：

所做更改使拖滞力减少了 60.23%！

升举力会如何变化？

注意到初始块设计有一个大约为 9.08 克力的向上升举力，这一点很有趣。修改后的设计有一个约为 29.07 克力向下升举力。这就是前翼的作用，可使赛车在高速行驶时保持车身前端下压。

3 保存并关闭 Excel。

单击保存。

关闭 Excel 电子表格。

4 保存文档。

单击菜单栏工具栏中的保存 。

5 关闭所有模型和对话框。

依次单击文件、关闭。

进一步探索

您可利用所学知识, 深入研究另外一些设计修改。或者, 能够开始进行您自己的赛车车身设计当然更好了。将 SolidWorks Flow Simulation 作为一个虚拟风洞, 您可以在切削木料加工车身之前试验多种不同的构思和方法。

浏览 Internet, 找到有关设计赛车的构思。下面提供一个一流的参考网站:

<http://www.science-of-speed.com>

单击展示厅。

利用 SolidWorks 和 SolidWorks Flow Simulation, 您可以轻松地深入研究许多不同的设计。动手玩玩吧!

SolidWorks Flow Simulation

在这次学习如何使用 SolidWorks Flow Simulation 的简短课程中, 您已经对流体流动模拟的主要概念有了一个大的认识。SolidWorks Flow Simulation 可让您详细了解与流体流动和传热相关的零件或装配体, 以及实体内部或实体周围的力。

SolidWorks Flow Simulation 是唯一一款与 SolidWorks 完全集成的流体流动模拟产品, 它非常简单易用; 您只需告诉该软件您感兴趣的方面, 不必将分析设计目标转换为数字准则和迭代数。

提供工程应用中的实际流体模型。 SolidWorks Flow Simulation 可以分析各种各样的实际流体, 例如空气、水、果汁、冰淇淋、蜂蜜、塑料液滴、牙膏和血液。这使得它成为几乎各行各业工程师的理想之选。

模拟真实的工作条件。 SolidWorks Flow Simulation 包含了多种边界条件, 可用来表示真实状况。

自动化流体流动任务。 SolidWorks Flow Simulation 利用了多种自动化工具来简化分析过程, 帮助您提高工作效率。

使用强大直观的可视化工具解释结果。 SolidWorks Flow Simulation 提供了各种结果可视化工具, 在完成分析后, 这些工具可以帮助您深入了解模型的各种特性。

协同处理和共享分析结果。 SolidWorks Flow Simulation 让项目开发过程中的每个人可以轻松有效地协同处理和共享分析结果。