

高等职业教育工业机器人技术应用专业规划教材

工业机器人建模

主 编 何成平



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育工业机器人技术应用专业规划教材

工业机器人建模

何成平 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍用于工业机器人离线编程及仿真练习中所需的各种实体模型建模,可辅助“工业机器人操作与维护”“工业机器人离线编程”等课程学习,其所建立的资源完全可用于工业机器人离线编程及仿真教学,弥补编程、操作教学中的设备不足及场地限制。通过建模及离线编程,可以达到或近似模拟真实场景效果。

本书的特色是淡化原理,注重实用,源于实例。以源自生产一线的工业机器人系统典型案例或工业机器人实训系统等为载体,任务为主线进行内容编排。

全书共分6章,分别为SolidWorks基础、码垛机器人建模、压铸机器人建模、多功能实训台建模、自动生产线建模、焊接机器人建模,内容涵盖机器人夹具、传输链、焊枪等机器人工作站所需的各种周边设备、工具的建模。本书可作为机器人专业或机电类、自动类专业中的机器人方向教学用书,以及工业机器人仿真开发人员的参考用书。

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

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人建模/何成平主编. —北京:电子工业出版社,2018.1
ISBN 978-7-121-33312-5

I. ①工… II. ①何… III. ①工业机器人—设计 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第311536号

策划编辑:贺志洪(hzh@phei.com.cn)

责任编辑:贺志洪

特约编辑:杨丽 徐堃

印刷:三河市华成印务有限公司

装订:三河市华成印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:339.2千字

版次:2018年1月第1版

印次:2018年1月第1次印刷

定 价:36.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

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

本书咨询联系方式:(010)88254609或hzh@phei.com.cn。

前 言

工业机器人的普及是实现自动化生产，提高社会生产效率，推动企业和社会生产力发展的有效手段。目前，工业机器人已广泛应用于点焊、弧焊、装配、喷漆、切割、搬运、包装码垛等领域。随着《中国制造 2025》的提出，以及部署全面推进实施制造强国战略，“智能制造”被定位为中国制造的主攻方向，工业机器人的作用不可或缺。

由于设备平台的不同、场地、设备配置数量的限制，各院校工业机器人操作编程方面的教学相对比较困难，统一性和兼容性较差。相对而言，采用仿真及离线编程更受广大师生的欢迎。

本书为“工业机器人操作与维护”“工业机器人离线编程”等的辅助教程，针对工业机器人以及离线编程软件，按照项目式教学方式的教学内容安排与整合，其所建立的资源完全可用于工业机器人离线编程及仿真教学，弥补编程、操作教学中的设备不足及场地限制。通过建模及离线编程，可以达到或近似模拟真实场境效果。教材的编写体现理实一体的职业教育教学原则，具有以下几方面的特点。

1. 注重实用，讲解详细

本书采用章节体系，但以具体工作任务为主线的进行编写。注重实际工业机器人系统的建模，同时穿插建模软件的使用方法和技巧练习，全面、系统，由浅入深，力求达到简单、易学。

2. 案例丰富，源于实际

充分吸收来自生产一线的工业机器人系统案例，或工业机器人实训系统，竞赛设备，融入职业技能鉴定的相关内容和要求，体现了理实一体的教学原则。本书案例源于实际，制作的资源可直接用于机器人仿真及离线编程教学。教材内容基本涵盖了工业机器人主要应用领域。

3. 体系架构灵活，便于教学安排

本教材各章节相对独立，在教学中可根据相关专业教学要求及实际设备情况选择部分项目进行教学，也可选择部分项目中的部分任务进行教学，体现了教学组织的科学性和灵活性的统一。

4. 项目按由易入难方式编排，符合认知规律

各项目单元按由易入难方式编排，注重实践练习和能力培养，切合高职学生的特点，符合认知规律。

全书由常州轻工职业技术学院何成平主编，提出编写提纲，并进行全部章节的撰写及统稿。

常州轻工职业技术学院李月芳、蒋正炎老师为本书提供了大量资源、素材和支持，在此深表谢意。

由于作者水平有限，书中难免有错漏和不足之处，恳请广大读者批评指正，并欢迎您对本书提出宝贵意见和建议。

最后，对支持本书出版的所有编者及出版社表示衷心的感谢！

编者
2017.12

目 录

第 1 章 SolidWorks 基础	1
1.1 SolidWorks 工作界面	4
1.2 SolidWorks 操作技巧	5
1.2.1 鼠标操作	5
1.2.2 对象的选择	5
1.3 工作环境及界面定义	7
1.3.1 环境设置	7
1.3.2 自定义工作界面	8
1.4 二维草图绘制	11
1.4.1 草图绘制工具按钮	12
1.4.2 草图绘制实例	13
第 2 章 码垛机器人建模	19
2.1 传送链建模	19
2.1.1 创建传送链文件	20
2.1.2 绘制传送链基体	20
2.1.3 文件保存及输出	42
2.2 夹具及垛板建模	43
2.2.1 夹具建模	44
2.2.2 垛板建模	51
2.3 安全围栏建模	58
第 3 章 压铸机器人建模	68
3.1 压铸机建模	68

3.1.1	压铸机主体及安全门	69
3.1.2	压铸合模盖	69
3.1.3	压铸机基体	70
3.2	压铸取件夹具建模	72
3.2.1	安装法兰	73
3.2.2	夹具主体	74
3.2.3	气动装置	77
3.3	冷却台等附件建模	86
3.3.1	压铸工件	87
3.3.2	废品收集桶	87
3.3.3	机器人基座	88
3.3.4	CCD 检测系统	90
3.3.5	冷却台	91
第 4 章	多功能实训台建模	97
4.1	工作台及操作面板建模	97
4.1.1	工作台	98
4.1.2	操作面板	107
4.2	压铸、轨迹单元建模	112
4.2.1	压铸单元	112
4.2.2	计数传感器	116
4.2.3	轨迹单元	117
4.2.4	压铸盖	118
4.3	传输单元、夹具建模	119
4.3.1	垛板	120
4.3.2	工具架	120
4.3.3	传输单元	121
4.3.4	线缆槽	125
4.3.5	夹具、工具	127
第 5 章	自动生产线建模	140
5.1	传输带建模	141
5.1.1	支架	141
5.1.2	皮带及滚轮	145
5.1.3	料仓	146
5.1.4	电机及联轴器	147

5.1.5 汽缸及附件	150
5.1.6 其他附件	155
5.2 传输带装配	161
5.2.1 支架装配	162
5.2.2 滚轮及皮带装配	165
5.2.3 料仓及电机装配	167
5.2.4 汽缸装配	168
5.3 网孔安装板、堆放台及夹具建模	169
5.3.1 网孔安装板	169
5.3.2 工件堆放台	172
5.3.3 吸盘夹具	174
5.4 机器人基座建模	177
5.4.1 吊装环	177
5.4.2 基座主体	178
5.4.3 工作台	180
5.4.4 基座装配	182
第 6 章 焊接机器人建模	184
6.1 焊枪建模	185
6.1.1 焊枪安装法兰	185
6.1.2 连杆	186
6.1.3 卡扣	187
6.1.4 焊枪主体	188
6.1.5 焊枪头	189
6.2 变位机建模	190
6.2.1 焊件架	191
6.2.2 变位机	194
参考文献	201

第 1 章 SolidWorks 基础

SolidWorks 是一款三维 CAD 软件，采用 Windows 图形界面，操作简便，广泛应用于航空航天、机车、食品、机械、国防、交通、模具、电子通信、医疗器械等领域机械设计。SolidWorks 能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高产品质量。由于其具有良好的与第三方软件的集成技术，可用于理论研究，如流体、温度场、受力分析等；也可进行机器人工作站的建模，进行仿真和离线编程。

SolidWorks 共有三大模块，分别是零件、装配和工程图，在新建文件时自动弹出的对话框中，可进行相应选择如图 1-1 所示。

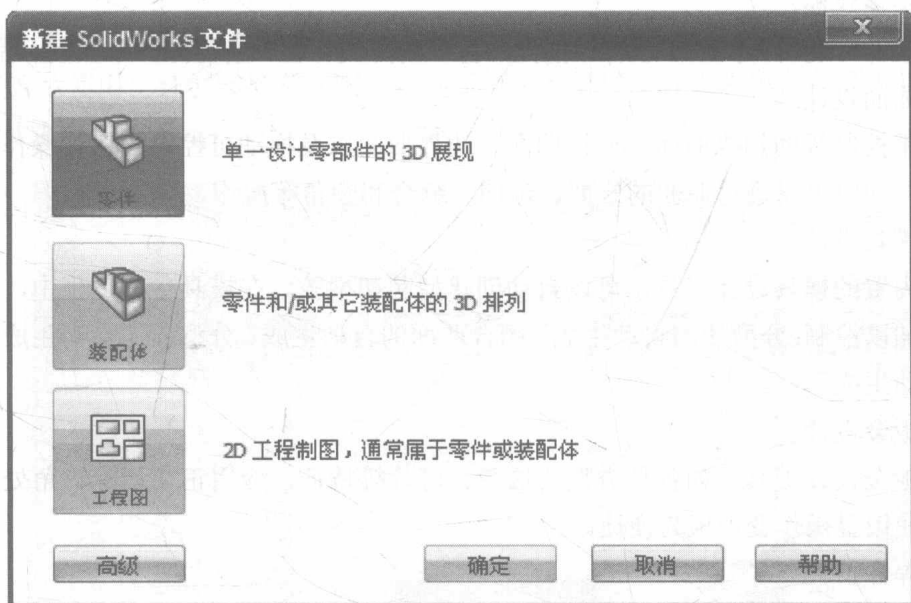


图 1-1 “新建 Solid Works 文件”对话框

“零件”模块用于零件实体造型。“装配体”模块则可将设计的零件按实际装配要求创建部件或成品的装配体。“工程图”模块可快速将零部件实体图转换成平面 CAD 视图。

1. 零件

“零件”模块用于单个零件的实体造型设计，包括草图设计、曲面设计、实体建模、

钣金设计、模具设计等，如图 1-2 所示。



图 1-2 零件设计界面

(1) 实体建模

通过拉伸、旋转、扫描、放样、抽壳、特征的阵列、孔、筋等操作来实现产品的设计。

(2) 曲面设计

通过带控制线的扫描曲面、放样曲面、边界曲面以及拖动可控制的相切操作，产生复杂的曲面，同时可以进行曲面的修剪、延伸、缝合和圆角等操作。

(3) 模具设计

提供内置的模具设计工具，可以自动创建型芯和型腔。在模具生成过程中，可使用相应的工具加以控制：分型线的自动生成、闭合曲面的自动生成、分型面的自动生成及型芯—型腔的自动生成。

(4) 钣金设计

提供钣金设计工具，如各种类型的法兰、薄片等特征，应用正交切除、角处理以及边口等功能使钣金操作变得极为便捷。

(5) 焊件设计

主要工具有：圆角焊缝、结构构件库、角撑板、焊件切割、顶端盖、剪裁及延伸结构构件。

2. 装配体

方便地进行零件的插入、移动、旋转、配合设置、替换零部件、制作爆炸视图等操作，可动态观察整个装配体中的所有运动，并可对运动零件进行动态干涉检查及间隙检测。提供镜像、阵列等工具，快速进行具有相应特性装配设计。智能化装配技术可以自动地捕捉并定义装配关系（见图 1-3）。

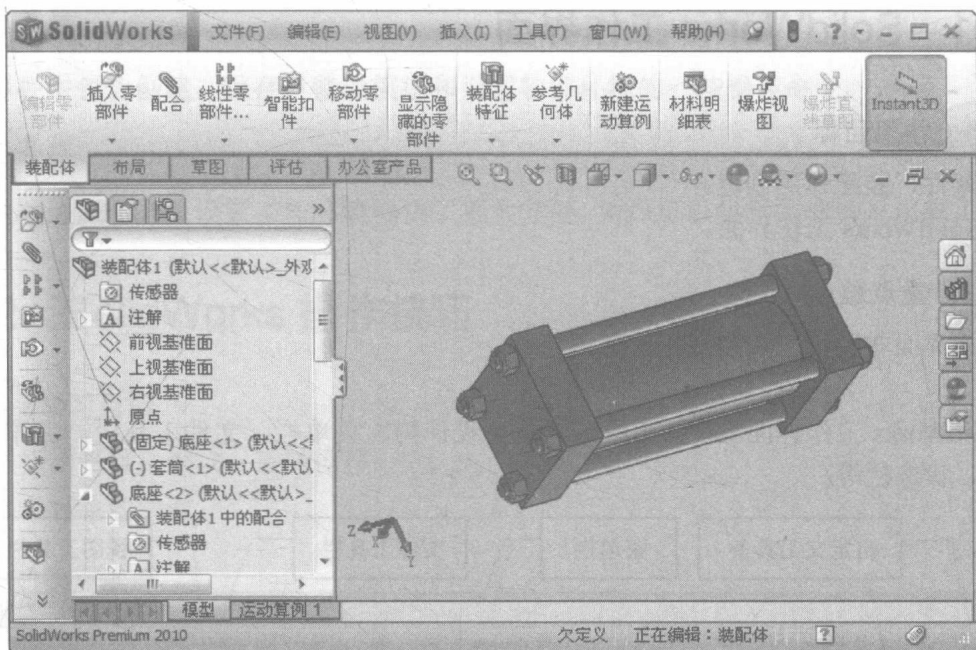


图 1-3 装配设计界面

3. 工程图

“工程图”模块可以从零件的实体模型或装配体中自动生成工程图，包括：各个视图及尺寸标注等；提供完整的工程图工具，当修改图样时，零件模型、所有视图及装配体会自动被修改；使用交替位置显示视图，以便了解运动顺序；详细视图及剖视图功能。工程图设计界面如图 1-4 所示。

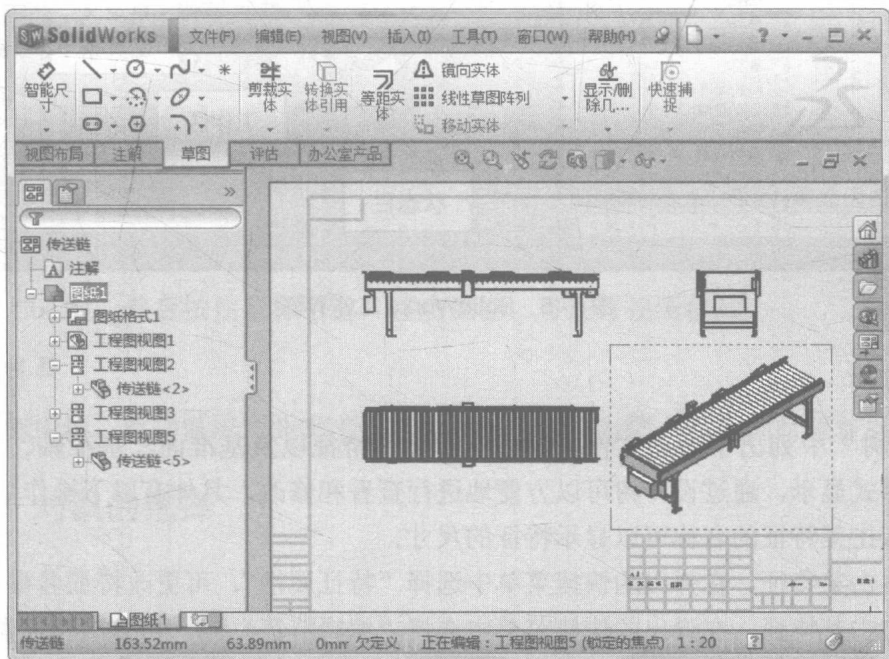


图 1-4 工程图设计界面

1.1 SolidWorks 工作界面



学习目标

1. 零件、装配体的创建。
2. SolidWorks 工作界面。



重点难点

工作界面布置，工具栏按钮的使用。

SolidWorks 工作界面如图 1-5 所示，包括设计树、菜单栏、文件工具栏、工作区、任务窗格、状态栏等。

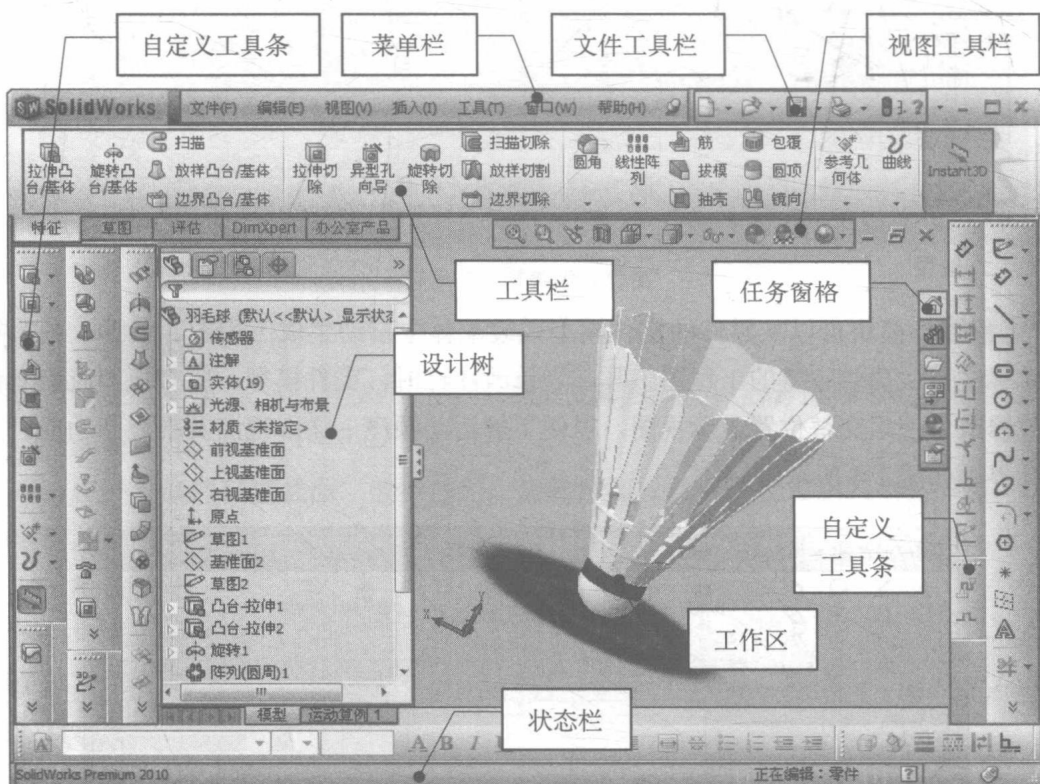



图 1-5 SolidWorks 工作界面

1. 设计树

“设计树”中列出了活动文件中的所有实体、特征以及基准面、基准轴、坐标系等，并以树的形式显示，通过设计树可以方便地进行查看和修改。具体有以下操作：

- (1) 双击某特征的名称可以显示特征的尺寸。
- (2) 右击某特征，在弹出的快捷菜单中选择“特征属性”，可更改特征名称。
- (3) 右击某特征，在弹出的快捷菜单中选择“编辑特征”，可修改特征参数。
- (4) 重排序特征，通过鼠标拖动及放置来重新调整特征的创建顺序。

2. 菜单栏

菜单栏中包含创建、保存、修改模型和设置软件环境的一些操作命令。

3. 工具栏

为快速进入命令及设置工作环境提供了极大方便,用户可以根据具体情况定制工具栏。

1.2 SolidWorks 操作技巧



学习目标

1. 鼠标的平移、缩放、旋转操作。
2. 多个对象的选取。



重点难点

鼠标中键、Ctrl 键的组合使用。

SolidWorks 软件以鼠标操作为主,通过选择菜单或单击工具栏图标执行命令操作,再选择面、线、点、特征等,采用键盘进行数值输入。

1.2.1 鼠标操作

与其他 CAD 软件相似, SolidWorks 提供各种鼠标按钮的组合功能,进行选择对象、编辑对象以及视图的平移、缩放、旋转等。

对象的选择可在设计树或工作区中进行,两者相互关联,选中的对象被高亮显示。通过鼠标中键的操作,可快速完成视图变换。

1. 缩放视图

滚动中键滚轮,向前滚动缩小视图,向后滚动放大视图,视图的放大以鼠标所在位置点为中心。

2. 平移视图

先按住 Ctrl 键,然后按住鼠标中键,移动鼠标,可进行视图移动。

3. 旋转视图

按住鼠标中键,移动鼠标,此时工作区中鼠标指针变为,视图同时跟着鼠标旋转。

1.2.2 对象的选择


1. 选取单个对象

直接用鼠标左键单击需选取的对象,或在特征树中单击对象名称,即可选择相应的对象,被选取的对象将高亮显示。

2. 选取多个对象

按住 Ctrl 键, 用鼠标左键逐次单击特征树中的对象名称, 或在工作区中直接依次单击对象, 可进行多个对象的选取, 选中的对象高亮显示; 再次单击选中的对象, 则取消选取。如鼠标左键单击其他区域, 则取消所有已选对象。

3. 利用“选择过滤器”工具条

利用“选择过滤器”工具条有助于在工作区或工程图图样区域中选择特定项。在工具栏中右击鼠标, 在弹出的快捷菜单中选择“选择过滤器 (I)”, 将激活“选择过滤器”工具条, 如图 1-6 所示, 图中各按钮说明如表 1-1 所示。

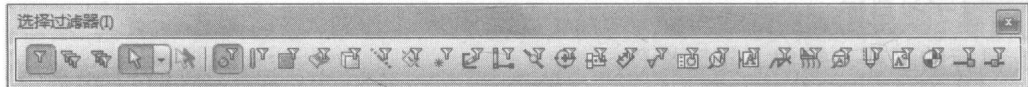


图 1-6 “选择过滤器”工具条

表 1-1 “选择过滤器”工具条按钮说明

按钮	功能说明	按钮	功能说明
	切换选择过滤器, 将所选过滤器打开或关闭		过滤中心符号线, 用于草图中心符号线的选择
	消除选择过滤器, 取消所有选择的过滤器		过滤中心线, 用于草图中心线的选择
	选择所有过滤器		过滤尺寸/孔标注, 用于选择尺寸和孔标注
	选择草图、实体、边线、面、顶点、零部件等		过滤表面粗糙度符号, 用于表面粗糙度符号选择
	逆转选择, 取消已选择的过滤器, 转而选择未选取的过滤器		过滤形位公差, 用于形位公差符号的选择
	过滤顶点, 按下该按钮, 可选取顶点		过滤注释/零件符号, 用于注释和零件序号的选择
	过滤边线, 按下该按钮, 可选取边线		过滤基准特征, 用于基准特征符号的选择
	过滤面, 按下该按钮, 可选取面		过滤焊接符号, 用于焊接符号的选择
	过滤曲面实体, 按下该按钮, 可选取曲面实体		过滤焊缝, 用于焊缝的选择
	过滤实体, 用于选取实体		过滤基准目标, 用于基准目标符号的选择
	过滤基准轴, 用于选取实体基准轴		过滤装饰螺纹线, 用于装饰螺纹线的选择
	过滤基准面, 用于实体基准面的选择		过滤块, 用于选择块
	过滤草图点, 用于草图绘制点的选择		过滤销钉符号, 用于销钉符号的选择
	过滤草图, 用于草图的选择		过滤连接点, 将过滤器添加到连接点, 用于连接点的选择
	过滤草图线段, 用于草图线段的选择		过滤步路点, 将过滤器添加到步路点, 用于步路点的选择
	过滤中间点, 用于草图中点的选择		

1.3 工作环境及界面定义



学习目标

1. 自定义工作界面。
2. 自定义命令按钮。
3. 自定义菜单命令。



重点难点

自定义菜单命令。

用户通过自定义工作界面，合理设置工作环境，可方便操作，提高工作效率。

1.3.1 环境设置

SolidWorks 中的环境设置包括“系统选项”和“文档属性”两项。

1. 系统选项的设置

选择菜单栏中的“工具”→“选项…”命令，系统弹出“系统选项(S)-普通”对话框。利用该对话框可以设置草图、颜色、显示和工程图等参数。在该对话框左侧选项列表中单击“草图”，切换至“系统选项(S)-草图”对话框，如图 1-7 所示，在该对话框中可以设置草图相关选项。

在对话框左侧选项列表中单击“颜色”，对话框切换至“系统选项(S)-颜色”对话框，此时可以设置工作区及操作对象的颜色配置方案，如图 1-8 所示。

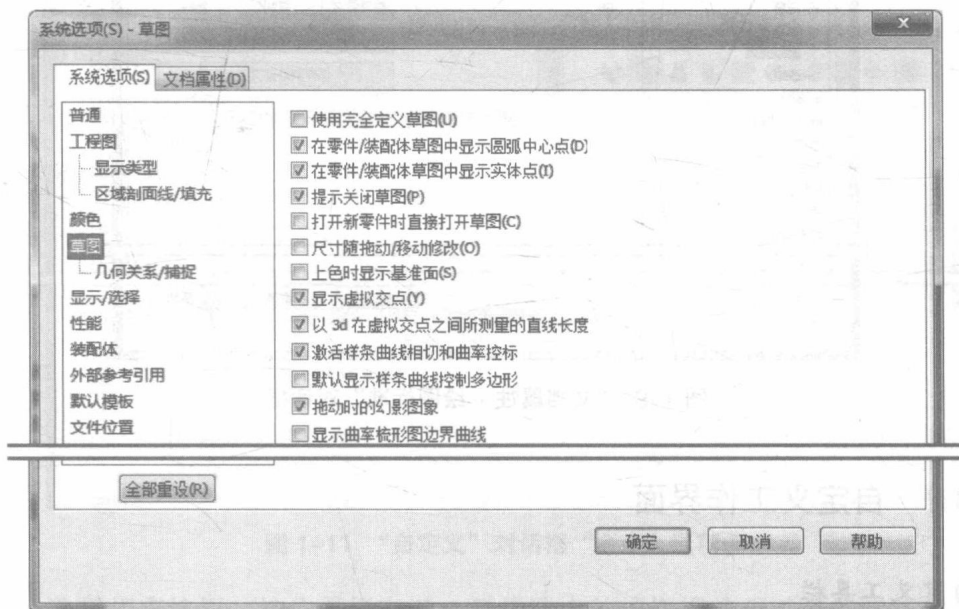


图 1-7 “系统选项(S)-草图”对话框

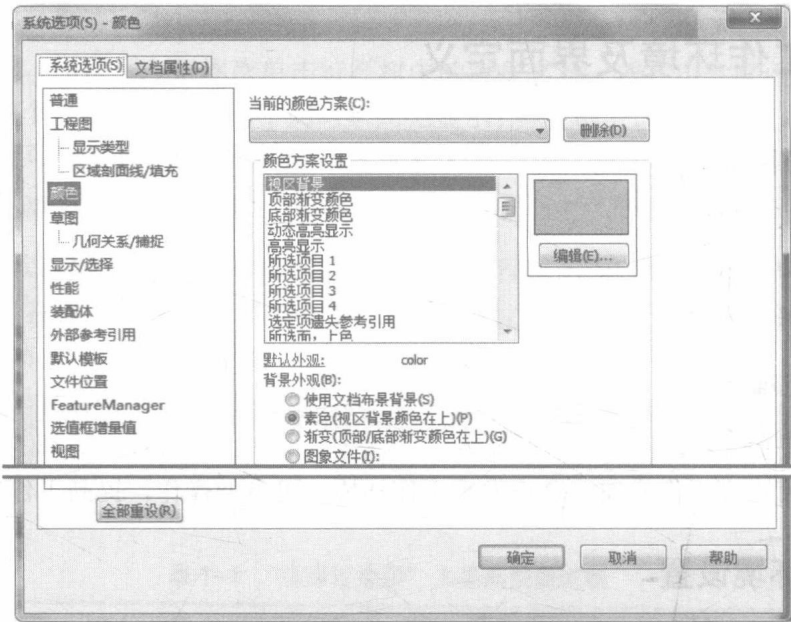


图 1-8 “系统选项 (S) - 颜色”对话框

2. 文档属性的设置

选择菜单栏“工具”→“选项...”命令，系统弹出“系统选项 (S) - 普通”对话框。单击“文档属性”选项卡，切换至“文档属性 - 绘图标准”对话框，如图 1-9 所示，在此可以设置有关工程图及草图的一些参数。

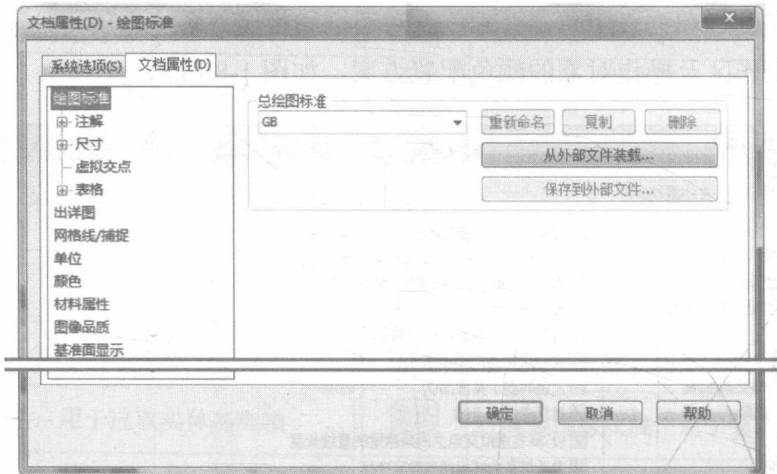


图 1-9 “文档属性 - 绘图标准”对话框

1.3.2 自定义工作界面

1. 自定义工具栏

选择菜单栏“工具”→“自定义...”，打开“自定义”对话框。利用此对话框可自行

定义所需工具栏、工具条，如图 1-10 所示。或鼠标右击工具栏，在弹出的快捷菜单中直接勾选或取消相应项。



图 1-10 “自定义”对话框“工具”选项卡

2. 自定义命令按钮

自定义命令按钮的一般操作过程如下：

- (1) 选择菜单栏“工具”→“自定义…”，打开“自定义”对话框。
- (2) 切换至“命令”选项卡，在“类别”列表框中选择相应工具条选项如图 1-11 所示。

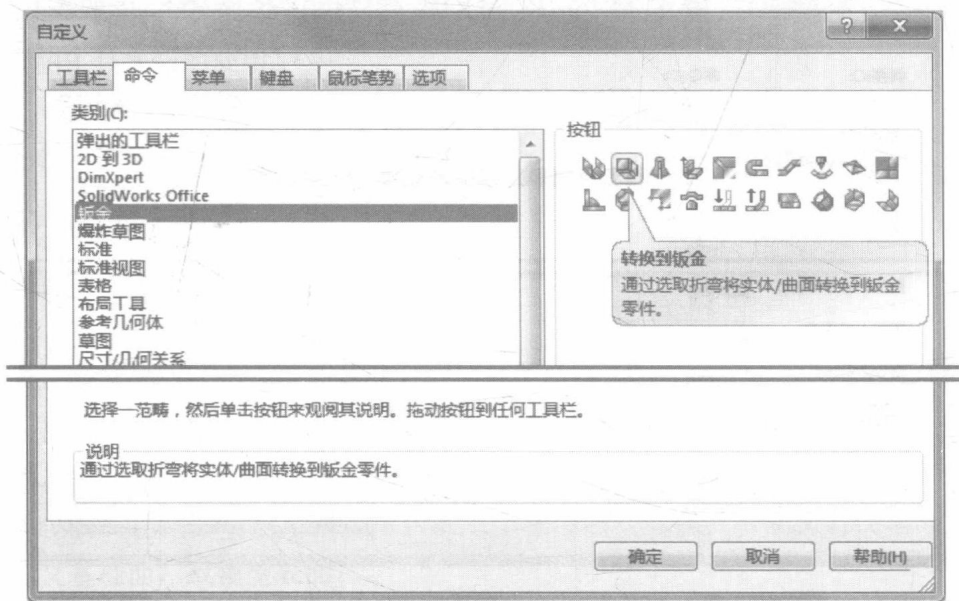


图 1-11 “自定义”对话框“命令”选项卡

(3) 选择相应按钮，按住鼠标左键，可将选中的按钮拖放至工具栏或其他工具条上。也可选中不需要的按钮，将之拖放至工作区空白处，从而删除此项。图 1-12 所示为将“转