Mastercam数控加工完全自学丛书

图解 Mastercam 2017 数控加工编程 基础教程

陈为国 陈昊◎编 著

- 图解Mastercam必备CAD技能和技巧
- 打好坚实数控自动编程基础
- 详解Mastercam2017 CAM操作技巧
- 快速步入数控加工行业



赠送练习文件、PPT课件

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

微智造
机械人APP

需要全本请访问 www.ertongbook.com

Mastercam 数控加工完全自学丛书

图解 Mastercam 2017 数控加工编程基础教程

陈为国　陈　昊　编　著

机 械 工 业 出 版 社

本书以 Mastercam 2017 为基础，围绕 CAM 应用讲解了 CAD 知识，内容包括二维图形的绘制与编辑、三维曲面与实体模型的创建与编辑、基于同步建模技术的建模功能选项卡中的功能等。Mastercam 的 CAM 模块中，重点介绍了 2D 和 3D 数控铣削加工编程，以及数控车削加工编程等知识。读者通过本书的学习，能够达到掌握 Mastercam 2017 的数控加工自动编程技术，能够完成中等复杂程度零件的数控加工编程工作。为便于读者学习，提供练习文件光盘，同时提供配书 PPT 课件（联系 QQ296447532 获取）。

本书理论联系实际，重点介绍了 Mastercam 2017 各种功能的操作要点，并提供了针对性较强的练习图例，非常适合具备数控加工手工编程知识并希望掌握自动编程知识的新数控加工工作者自学使用，也可作为高等学校及培训机构 CAD/CAM 课程的教学用书。

图书在版编目（CIP）数据

图解 Mastercam 2017 数控加工编程基础教程/陈为国，陈昊编著.
—北京：机械工业出版社，2018.4
（Mastercam 数控加工完全自学丛书）
ISBN 978-7-111-59551-9

Ⅰ. ①图… Ⅱ. ①陈… ②陈… Ⅲ. ①数控机床－加工－计算机辅助设计－应用软件－教材 Ⅳ. ①TG659-39

中国版本图书馆CIP 数据核字（2018）第062180 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22 号 邮政编码100037）
策划编辑：周国萍　　责任编辑：周国萍　章承林
责任校对：肖　琳　　封面设计：马精明
责任印制：张　博
三河市国英印务有限公司印刷

2018 年5 月第1 版第1 次印刷
184mm×260mm · 16.25 印张 · 396 千字
0 001— 3 000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-59551-9
ISBN 978-7-89386-169-7（光盘）
定价：59.00 元（含1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务　　网络服务
服务咨询热线：010-88361066　　机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294　　机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
010-88379203　　金　书　网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版　　教育服务网：www.cmpedu.com

前　言

Mastercam 是美国 CNC Software 公司开发的基于个人计算机平台的 CAD/CAM 软件系统，具有二维几何图形设计、三维线框设计、曲面造型、实体造型等设计功能，可由零件图形或模型直接生成刀具路径、刀具路径模拟、加工实体仿真验证、可扩展的后置处理及较强的外界接口等功能。自动生成的数控加工程序能适应多种类型的数控机床，数控加工编程功能快捷方便，具有铣削、车削、线切割、雕铣加工等编程功能。

Mastercam 自 20 世纪 80 年代推出至今，经历了三次较为明显的界面与版本变化，首先是 V9.1 版之前的产品，国内市场可见的有 6.0、7.0、8.0、9.0 等版本，该类版本的操作界面是左侧瀑布式菜单与上部布局工具栏形式的操作界面；其次是配套 Windows XP 版的 X 版风格界面，包括 X、X2、X3…X9 共九个版本，该类版本的操作界面类似 Office 2003 的界面风格，以上部布局的下拉菜单与丰富的工具栏及其工具按钮操作为主，配以鼠标右键快捷方式操作，这个时期的版本已开始与微软操作系统保持相似的风格，能更好地适应年轻一代的初学者；为了更好地适应 Windows 7 系统及其代表性的应用软件 Office 2010 的 Ribbon 风格功能区操作界面的出现，Mastercam 开始第三次操作界面风格的改款，从 Mastercam 2017 开始推出以年代标记软件版本，具有 Office 2010 的 Ribbon 风格功能区操作界面的风格，标志着 Mastercam 软件已进入一个新时代。

Mastercam 2017 的 Ribbon 风格界面特别适合年轻一代的初学者弯道超车，读者可紧随 Mastercam 2017 及其后续版本的变化而学习。由于 Mastercam 2017 界面的较大变化，即使是 Mastercam 的老用户，也有阅读本书的需要。

作为专业的加工编程软件，Mastercam 2017 的 CAM 模块是其应用的必须，然而要想全面准确地理解与掌握 Mastercam 2017，其 CAD 模块的学习也是必要的，为此本书围绕 CAM 应用讲解了 CAD 知识。

全书共分 8 章，第 1～4 章是 CAD 模块的内容，第 5～8 章是 CAM 模块的内容。作为初学者，建议从开始的 CAD 模块学起，重点学习与掌握二维图形的绘制与编辑、三维曲面与实体的创建与编辑和建模选项卡中的同步建模功能等。关于 CAM 模块，本书根据实际应用的特点，分 2D 铣削加工编程、3D 铣削加工编程和数控车削加工编程等章节介绍。本书在内容取舍上，对于 Mastercam 2017 中新出现的功能介绍得略微详细，而之前版本介绍的较多知识则根据实际应用的重要程度而有所取舍地讲解。

关于本书的阅读学习，虽然也提供了主要的练习文件（见配书光盘），但是作者仍然希望尊重学习规律。从作者多年的教学与学习心得看，任何知识的学习必须从基础学起，循序渐进，注重实践，有一个逐渐进阶的过程。为此，本书的大部分练习图形与模型均给出了其几何参数，但还是建议读者尽可能不调用练习文件，而是自己亲自动手绘制二维图形。三维曲面与实体模型的学习则建议亲自从线框图绘制开始。这样一种学习方式，有利于融

会贯通地系统掌握该软件的应用。第 5～8 章是 CAM 模块的学习，希望读者尽可能联系生产实际分析各种加工策略（即加工刀路），逐渐做到以应用驱动学习的方法。

本书在编写过程中得到南昌航空大学科技处、教务处、航空制造工程学院、工程训练中心，以及中航工业江西洪都航空工业集团有限公司等领导的关心和支持，得到南昌航空大学航空制造工程学院数控加工技术实验室和工程训练中心数控实训教学部等部门相关老师的指导和帮助，在此表示衷心的感谢！

感谢书后所列参考文献中作者资料的帮助，以及未能囊括进入参考文献的参考资料的作者，他们的资料为本书的编写提供了极大的帮助。

本书文稿表述虽经反复推敲与校对，但因编著者水平所限，书中难免存在不足和疏漏之处，敬请广大读者批评指正，并可发电子邮件至 wgchen0113@126.com 提出宝贵意见。

编著者

目　录

前　言

第 1 章　Mastercam 入门 1

1.1　初识 Mastercam 2017——用户界面要点 1

1.2　Mastercam 2017 的通用设置与基本操作 2

1.2.1　文件选项卡 2

1.2.2　快速访问工具栏及其设置 3

1.2.3　快捷菜单的设置 4

1.2.4　操作管理器的相关设置 6

1.2.5　图素的外观操控 10

1.2.6　屏幕视图及其切换 12

1.2.7　视图面板的设置 12

本章小结 13

第 2 章　二维图形的绘制与编辑操作要点 14

2.1　概述 14

2.2　二维图形绘图基础 14

2.2.1　选择工具栏的操作 14

2.2.2　快速选择按钮的操作 16

2.2.3　动态坐标指针的操作 17

2.2.4　图形属性的操作 19

2.3　二维图形的绘制 20

2.3.1　点的绘制 20

2.3.2　直线的绘制 23

2.3.3　圆与圆弧的绘制 25

2.3.4　曲线的绘制 27

2.3.5　基本形状的绘制 28

2.3.6　图形的修剪 31

2.4　二维图形的转换 37

2.4.1　动态转换 37

2.4.2　平移 39

2.4.3　旋转 41

2.4.4　移动到原点 42

2.4.5　镜像 42

2.4.6　图形阵列（矩形阵列与环形阵列） 43

2.4.7　图形的拉伸 44

2.4.8　图形的比例缩放 46

2.5　二维图形绘制操作示例与练习图例 46

2.5.1　操作示例 47

2.5.2　练习图例 54

本章小结 55

第 3 章　三维曲面、实体建模与编辑要点 56

3.1　概述 56

3.1.1　三维模型简介 56

3.1.2　三维模型造型基础 56

3.2　三维曲面设计 57

3.2.1　三维曲面功能选项卡简介 57

3.2.2　基本曲面的创建 58

3.2.3　常见曲面的创建 59

3.2.4　曲面的编辑修剪 69

3.3　三维实体的构建 79

3.3.1　三维实体造型基础 79

3.3.2　基本实体的创建 80

3.3.3　常见实体的构建 80

3.3.4　实体的修剪 87

3.3.5　实体模型的准备与编辑 98

3.3.6　实体模型创建示例与练习图例 107

本章小结 110

第 4 章　尺寸标注与编辑要点 111

4.1　概述 111

4.2　Mastercam 的尺寸标注 111

4.2.1　尺寸的组成 111

4.2.2　“标注”功能选项卡 112

4.2.3　尺寸标注的设置 112

4.2.4 尺寸标注 116
4.2.5 坐标标注 119
4.3 注释功能 121
4.3.1 注释 121
4.3.2 引导线与延伸线 122
4.3.3 剖面线 122
4.4 其他标注功能 122
4.5 图形标注示例 123
本章小结 123
第 5 章 Mastercam 数控加工编程基础要点 124
5.1 Mastercam 数控加工编程的一般流程 124
5.1.1 工艺规划与加工模型的准备 124
5.1.2 加工编程模块的进入 125
5.1.3 加工毛坯的设置 126
5.1.4 加工策略的选择 127
5.1.5 加工刀具的选择与设置 128
5.1.6 共同参数设置 131
5.1.7 参考点设置 131
5.1.8 刀具轨迹的路径模拟与实体仿真 132
5.1.9 后处理与 NC 程序的输出 133
5.2 Mastercam 数控加工编程示例 135
本章小结 141
第 6 章 2D 铣削加工编程要点 142
6.1 2D 铣削加工特点与加工策略 142
6.2 普通 2D 铣削加工编程 143
6.2.1 外形铣削加工 143
6.2.2 2D 挖槽加工 153
6.2.3 面铣加工 160
6.2.4 键槽铣削加工 163
6.2.5 2D 雕铣加工 165
6.3 动态 2D 铣削加工编程 167
6.3.1 动态铣削加工 167
6.3.2 动态外形铣削加工 172
6.3.3 区域铣削加工 175
6.3.4 剥铣加工 178
6.3.5 熔接铣削加工 183
6.4 孔加工编程 185
6.4.1 钻孔加工 186
6.4.2 全圆铣削加工 189
6.4.3 螺旋铣孔加工 191
6.4.4 孔加工综合举例 193
本章小结 195
第 7 章 3D 铣削加工编程要点 196
7.1 3D 铣削加工基础、加工特点与加工策略 196
7.2 3D 铣削粗加工 197
7.2.1 挖槽粗铣加工 197
7.2.2 平行粗铣加工 200
7.2.3 插削（钻削）粗铣加工 202
7.2.4 优化动态粗铣加工 203
7.2.5 区域粗铣加工 207
7.2.6 多曲面挖槽粗铣加工 209
7.2.7 投影粗铣加工 210
7.3 3D 铣削精加工 211
7.3.1 等高铣削精加工 211
7.3.2 环绕铣削精加工 214
7.3.3 混合铣削精加工 215
7.3.4 平行铣削精加工 217
7.3.5 水平铣削精加工 220
7.3.6 放射铣削精加工 222
7.3.7 螺旋铣削精加工 223
7.3.8 清角铣削精加工 224
7.3.9 投影铣削精加工 226
7.3.10 流线铣削精加工 227
7.3.11 熔接铣削精加工 228
7.3.12 传统等高铣削精加工 229
本章小结 230
第 8 章 数控车削自动编程要点 231
8.1 数控车削加工基础 231
8.2 粗车加工 234
8.3 精车加工 237
8.4 车端面加工 238
8.5 沟槽车加工 239
8.6 切断加工 243
8.7 车螺纹加工 244
8.8 车床钻孔加工 246
8.9 车削加工综合示例 247
8.10 其他车削加工策略简介 250
本章小结 253
参考文献 254

第1章 Mastercam 入门

1.1 初识 Mastercam 2017——用户界面要点

Mastercam 2017 与新版微软 Ribbon 风格的软件具有同样的启动与操作方式，包括桌面快捷方式和开始菜单启动方式，启动后的操作及界面等。图 1-1 所示为 Mastercam 2017 的操作界面。

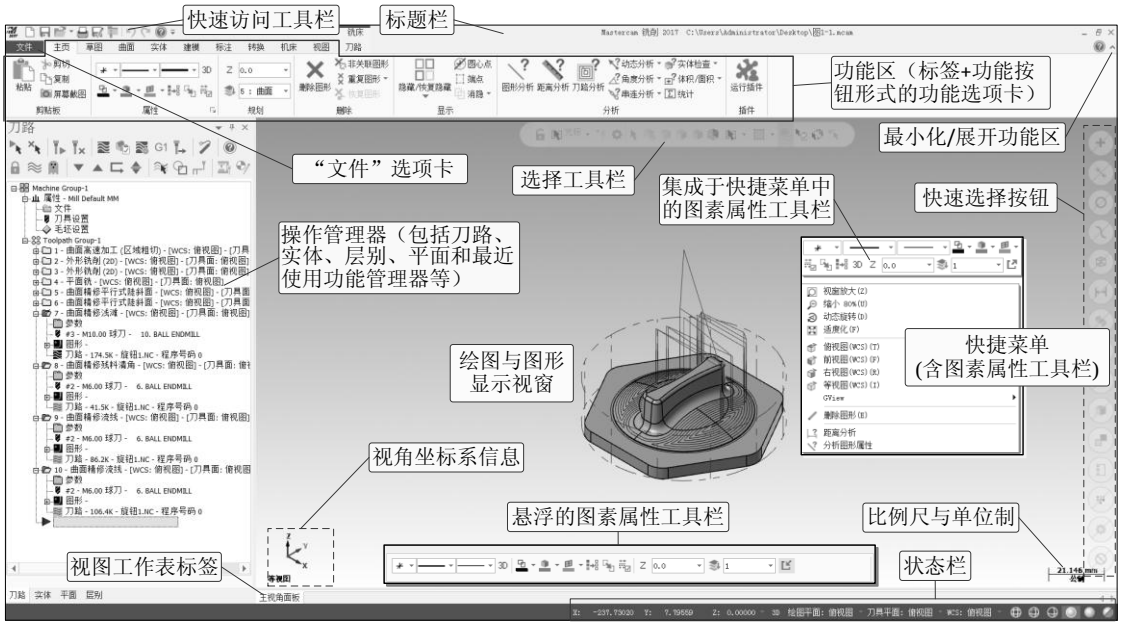


图 1-1 Mastercam 2017 的操作界面

由图 1-1 可见，其操作界面是 Ribbon 功能区操作界面的风格，与当下微软系统的软件风格相似，其上部为标题栏，显示版本、文件路径与文件名信息。其左上角为快速访问工具栏，包括软件标识以及基本的软件管理工具按钮。其右上角有最小化/展开功能按钮，可以将功能区最小化/展开。单击功能区左上角的“文件”标签可进入“文件”选项卡，包括文件的新建、打开、保存等以及常用的配置和选项设置入口等。

操作管理器是设计与加工编程常用的操作管理区域，在过去的刀路和实体两个管理器基础上，增加了图层、平面和最近使用三个功能管理器，形成现在的常见的安装默认的五个管理器（实际显示多少可设置和变化）。

Ribbon 功能区是各种操作的主控面板，它由功能标签管理，单击其标签可进入相应的操作功能选项卡，功能选项卡内按不同功能区用分割线分块管理，各功能按钮均包含图标与文字，有些功能按钮还包含下拉菜单图符▼，单击图符可弹出下拉菜单形式的子功能按钮。

视窗上部驻留有选择工具栏，包含光标方式（即临时捕抓）的选择、自动捕抓设置、坐标点输入和其他选择方式设置选项等。视窗右侧竖向排列了部分常用的快速选择按钮，可快速选择图素或通过对话框设置快速选择。

快捷菜单默认弹出的是包含图素属性工具栏（快捷菜单上部）的快速菜单，其图素属性工具栏可根据操作习惯与需要设置为悬浮状态的工具栏，此时的快捷菜单不包含图素属性工具栏。悬浮的图素属性工具栏默认布置在视窗底部，也可根据需要拖放至其他位置。

右下角的状态栏显示了光标动态的 X 轴与 Y 轴坐标信息和深度 Z 信息，2D/3D 绘图平面切换按钮，绘图平面、刀具平面和 WCS 当前状态与切换，几何图形的线框与渲染等显示方式的设置等。

视图面板可创建不同的部件视图和平面，各视图选项卡上可保留不同的视图和平面显示，下部的视图工作表标签可对其进行切换与管理。

1.2 Mastercam 2017 的通用设置与基本操作

用过 Office 2010 以后版本的软件，如 Word 2010 的用户，在学习以下设置与操作时会发现它们之间非常相似，因此，未尽的设置可仿造尝试。

1.2.1 文件选项卡

单击功能操作区左侧的“文件”标签，可切换至“文件”选项卡，如图 1-2 所示。“文件”选项卡左侧显示有相关的操作命令，大部分命令顾名思义即可操作。

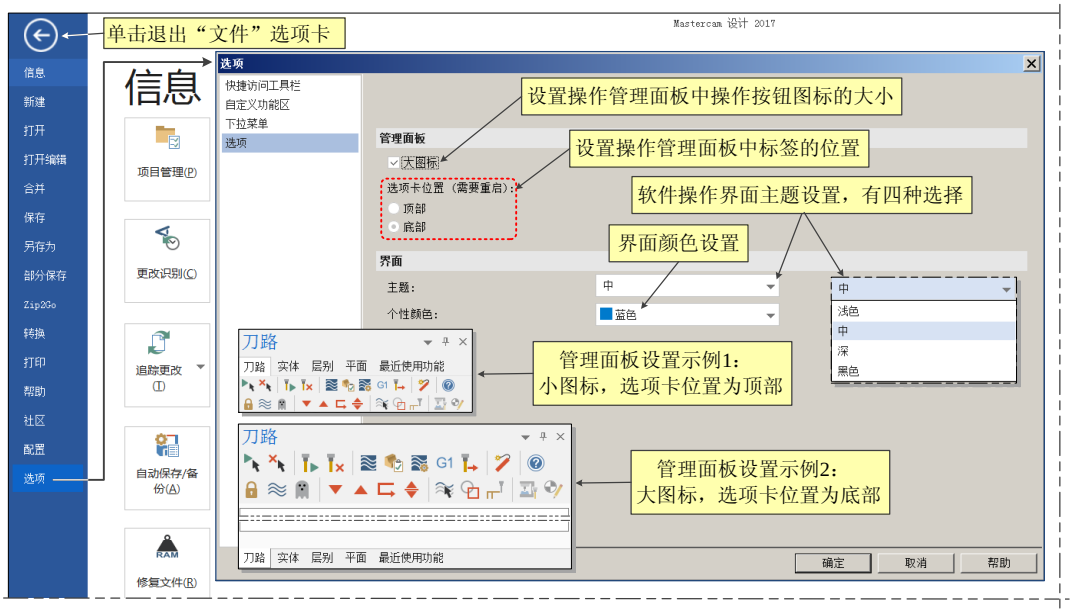


图 1-2 “文件”选项卡及“选项”对话框设置图解

单击“文件”选项卡中的“选项”命令，可激活“选项”对话框（注：该对话框还可以通过快速访问工具栏右侧的下拉菜单中的“更多命令”激活），图 1-2 中显示了“选项”标签关于管理面板与操作界面等的设置图解。

单击“文件”选项卡中的“配置”命令，弹出“系统配置”对话框，如图 1-3 所示，该对话框是个人操作习惯设置的地方。该对话框包含 Mastercam 的大部分设置，包括默认的 CAD 设置查询与重新设置（线型、线宽和点类型等），默认的刀路管理与刀路模拟设置，屏幕视图设置选项中中键滚轮功能设置（旋转或平移，依个人习惯设置，如默认快捷菜单中有旋转命令 动态旋转(D)，则可将中键设置为平移），公制（米制）启动环境（查询或设置）、系统颜色设置和着色，背景颜色快速设置（无、水平、垂直和对角）等。关于该对话框的设置，读者应该多加研习。限于篇幅，此处不展开讲解，仅以视窗背景与图素等颜色设置为例介绍。

单击“系统配置”对话框中的“颜色”选项，显示系统有关颜色的设置，该对话框中的内容可按用户的喜好设置。图 1-3 所示为颜色设置图解。

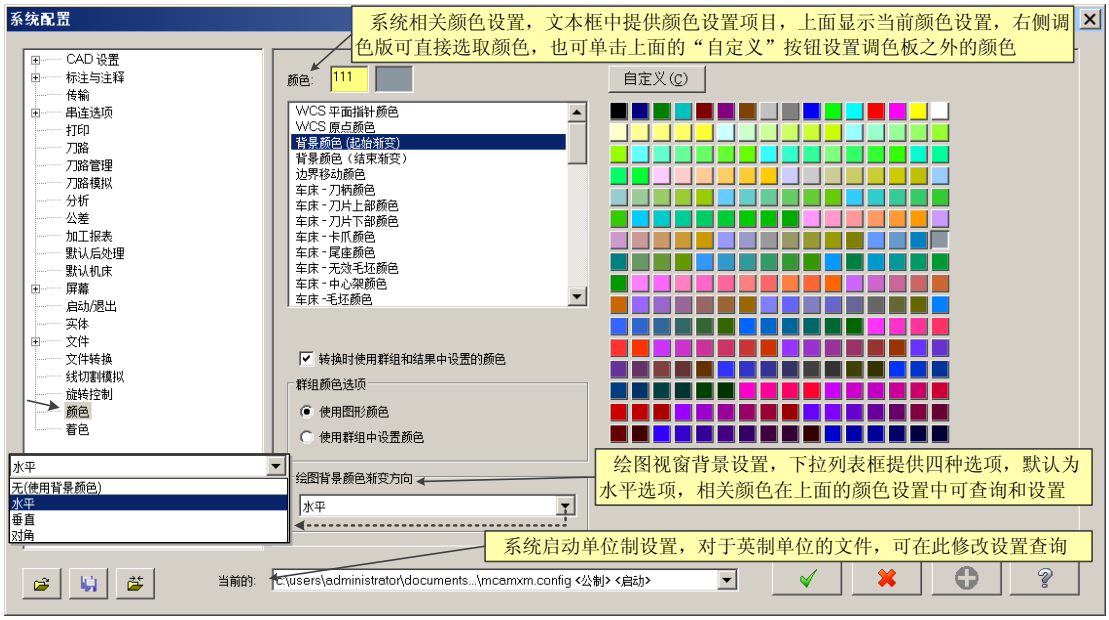


图 1-3　系统配置→颜色设置

1.2.2　快速访问工具栏及其设置

快速访问工具栏是 Ribbon 风格功能区操作界面的主要组成部分，如图 1-4 所示，最左端为 Mastercam 2017 的标识，然后是常用的命令，默认有新建、保存、打开、打印、另存为、Zip2Go、撤消与恢复等。其中，单击“打开”命令按钮 右侧的下拉菜单图符▼可快速访问最近的文档；单击最右侧的自定义快速访问工具栏按钮，可弹出自定义快速访问工具栏下拉菜单，单击“新建”至“恢复”之间的各命令，可取消勾选（或勾选），设置快速访问工具栏中是否显示相应命令，各按钮的排列顺序可按自己的操作习惯在“选项”对话框中调整，如图 1-5 所示。

单击“更多命令”命令，弹出“选项”对话框（该对话框还可在“文件”选项卡的“选项”命令启动，参见图 1-2），如图 1-5 所示，其有四个选项标签，其中第一项标签可对快速访问工具栏进行设置，包括命令按钮的增添与排序，并可设置快速访问工具栏在功能区

下部或上部。图 1-5 所示显示有增添帮助命令按钮的操作图解，其结果参见图 1-4。

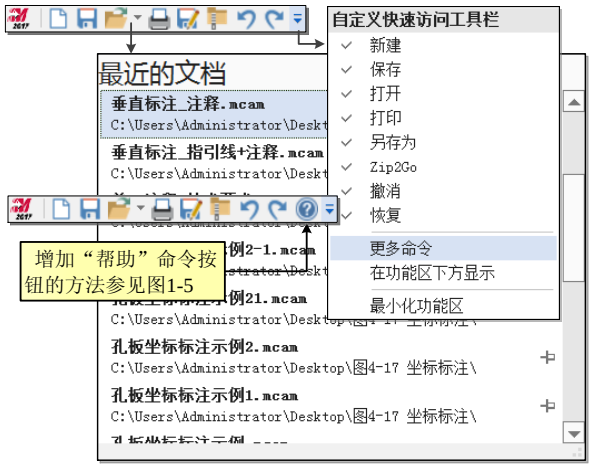


图 1-4　快速访问工具栏及操作

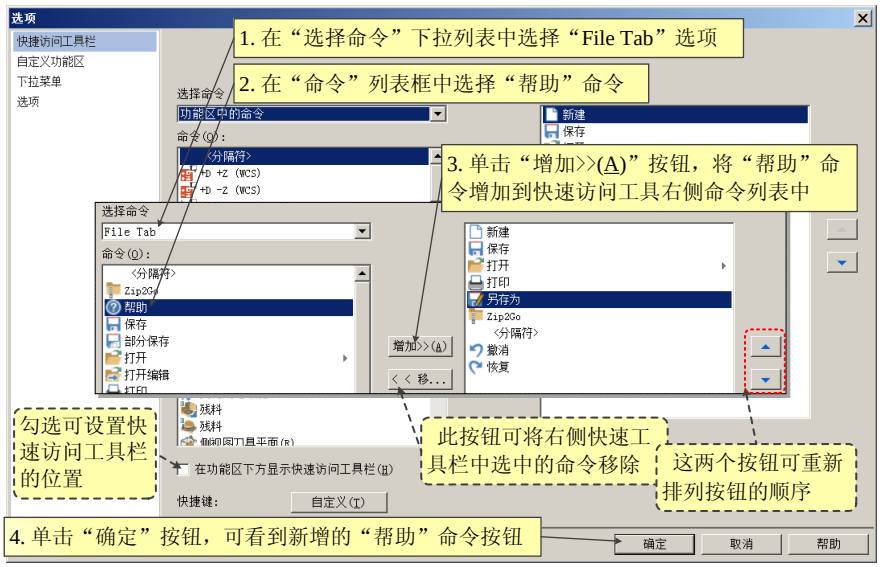


图 1-5　快速访问工具栏及设置示例

自定义快速访问工具栏下拉菜单中还有“在功能区下方显示”和“最小化功能区”两项命令，分别用于设置快速访问工具栏在 Ribbon 功能区下方或上方，以及是否仅显示标签而不显示功能区按钮（注：最小化功能区还可以单击视窗右上角的“最小化/展开功能区”按钮操作，参见图 1-1）。

1.2.3　快捷菜单的设置

快捷菜单指右击绘图区弹出的菜单。图 1-6a 所示为软件默认的快捷菜单，其上部包含图素属性工具栏，将鼠标放在按钮上略停留会弹出按钮说明。单击图素属性工具栏右下角的切换属性面板按钮，可将图素属性工具栏展开悬浮在视窗中，如图 1-6c 所示，默认在

视窗下部，可按习惯拖放至视窗中的任意位置。此时右击弹出的快捷菜单便不显示图素属性工具栏而变得更简洁，如图 1-6b 所示。单击图 1-6c 所示悬浮的图素属性工具栏右侧的切换属性面板按钮，可将快捷菜单重新设置为图 1-6a 所示的形式。一般台式机屏幕较大且在模型设计模块经常用到其功能时，可将图素属性工具栏悬浮在视窗下部，而便携式计算机或加工编程模块不常用到该功能时则不悬浮为好。

快捷菜单包括以下四部分内容：

（1）图形缩放按钮区　主要用于屏幕图形等的缩放操作，其相关功能在“视图”功能选项卡的缩放功能区也有。另外，滚动鼠标中键也能缩放图形，其缩放中心与光标位置有关。

（2）屏幕视图按钮区　主要用于选择与切换不同的屏幕视图。在“视图”功能选项卡的屏幕视图功能区有更为详尽的屏幕视图操作按钮。

（3）删除图形按钮区　默认仅有一个常用的“删除图形”按钮 删除图形(E)，但“主页”功能选项卡中“删除”功能区有更多的删除功能按钮，也可将这些删除按钮增添到快捷菜单中。

（4）分析按钮区　默认显示有两个常用的“距离分析”与“分析图形属性”的图形分析功能按钮。在“主页”功能选项卡的分析功能区有更多的分析功能按钮。

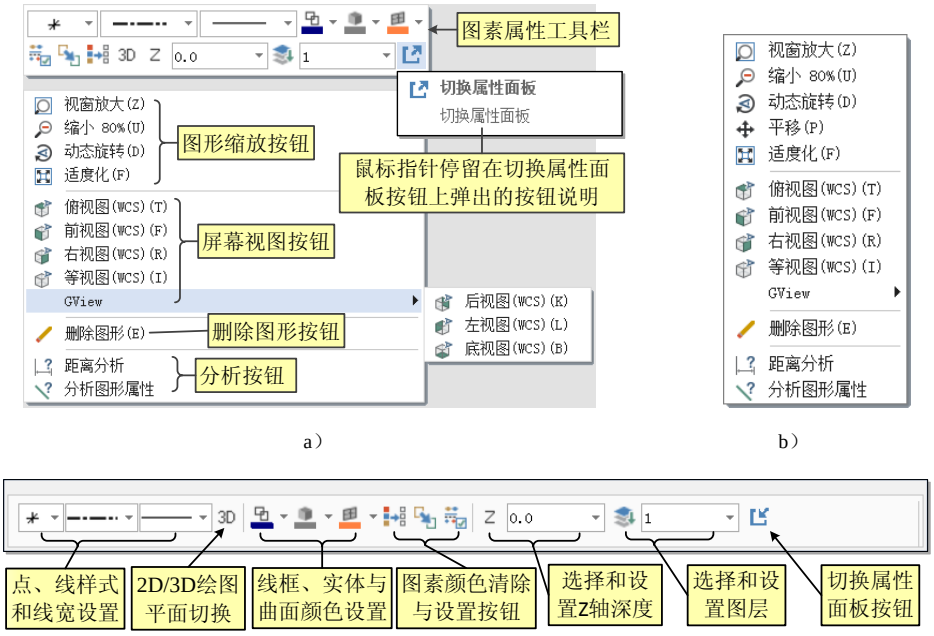


图 1-6　快捷菜单与图素属性工具栏设置

a）含图素属性工具栏的快捷菜单　b）简化的快捷菜单　c）悬浮的图素属性工具栏

另外，快捷菜单还可以根据用户习惯增加命令按钮。图 1-7 所示为增添“平移”命令按钮 平移(P) 至“适度化”按钮 适度化(F) 上面位置的操作图解。该“选项”对话框可从“文件”选项卡中的“选项”命令调出，也可从图 1-4 所示的自定义快速访问工具栏下拉菜单中的“更多命令”命令调出。

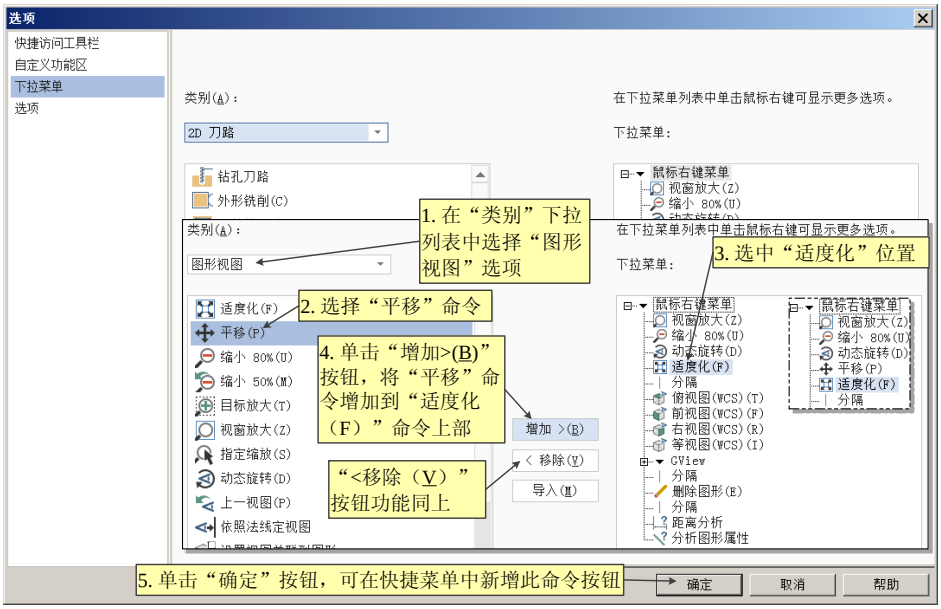
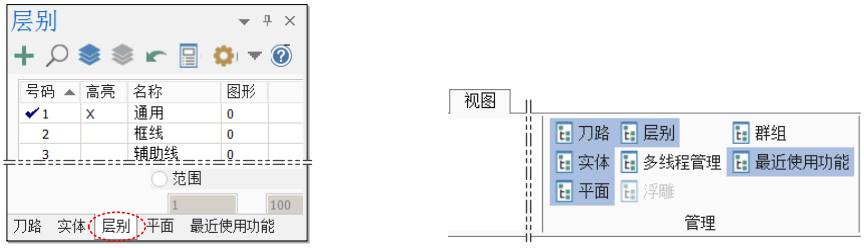


图 1-7　快捷菜单增加工具按钮设置图解

1.2.4　操作管理器的相关设置

操作管理器（简称为管理器）位于视窗的左侧，默认的管理器包括五个，如图 1-8 所示的五个切换标签，其中“刀路”和“实体”管理器是 Mastercam 早期版本就有的。操作标签默认显示在管理器下部，单击相应标签可选中激活，图 1-8a 所示为激活“层别”管理器的状态。这五个管理器是装机默认的设置，是否显示这么多可通过“视图”功能选项卡管理功能区上的相应功能按钮操控，如图 1-8b 所示，单击相应标签可控制管理器中是否出现该管理器。“刀路”和“实体”管理器在 Mastercam X 版中已存在，其在本书后续相关部分会详细介绍，而“最近使用功能”管理器操作简单，故下面仅简单介绍新增的“层别”与“平面”管理器的操控方法。



a）　　b）

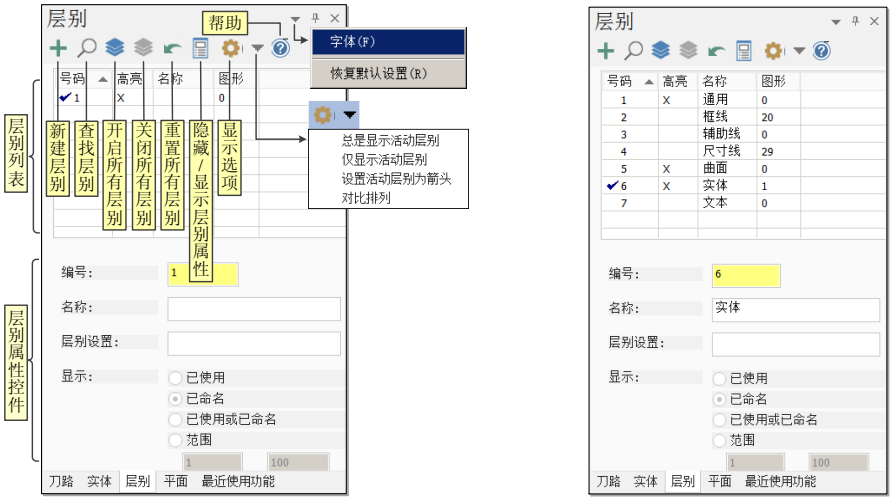
图 1-8　默认管理器及其管理

a）五个管理器标签　b）管理器的管理

1.“层别”管理器及其设置

“层别”管理器是管理部件线框与模型的工具，单击管理器中的“层别”标签可进入“层别”管理器面板，如图 1-9 所示。图 1-9a 所示为“层别”管理器及其说明，其中，重置所有层别按钮可将层别的可见性设置为文件加载时的状态；隐藏/显示层别属性按钮用于隐藏下部的层别属性控件，最大限度地显示层别列表；层别列表显示了层别的编号、显示/隐

藏、名称和图素数量等信息与操作。层别设置示例如图 1-9b 所示。下部的层别属性控件部分主要用于建立与管理层别等。



a）　　b）

图 1-9　“层别”管理器及其设置示例

a）“层别”管理器及其说明　b）层别设置示例

2.“平面”管理器及其设置

“平面”管理器主要用于管理和设置视角（G，又称屏幕视图）、工作坐标系（WCS）平面、构图平面（C）与刀具平面（T）等。“平面”管理器中的名称虽然似乎指的是二维的视图，但实际上按右手定则可确定垂直轴，因此其实际上是三维坐标系。图 1-10 所示默认的七个坐标系的原点是世界坐标系原点。若要指定非世界坐标系原点的坐标系，则只能利用“创建新平面”按钮 下拉列表中的相关命令创建新的平面（即新的坐标系）。

单击管理器中的“平面”标签可进入“平面”管理器，如图 1-10 所示。

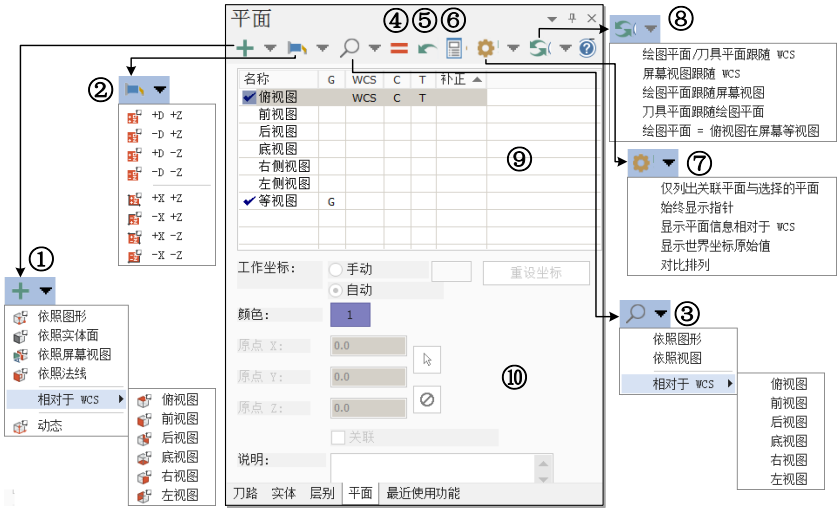


图 1-10　“平面”管理器

在图 1-10 中，其上部工具栏各按钮的功能如下：

① 创建新平面按钮：可在平面列表现有的工作平面之外建立新的工作平面，创建方法参见其下拉工具栏命令。

② 选择车削平面按钮：可从下拉列表中选择车床坐标系创建车削平面，主要用于车削加工编程。

③ 查找平面按钮：可从下拉列表中选择平面。这个功能不如直接在列表中选择迅速。

④ 按钮：设置当前的 WCS 平面、构图平面（C）和刀具平面（T）及原点为选中的工作平面（单击高亮显示的视图平面）。具体操作：首先单击名称列表中的视图平面（可看见整行被选中），然后单击按钮，可同时将 WCS 平面、C 和 T 设置为选中的工作平面。

⑤ 按钮：重置 WCS 平面、构图平面（C）和刀具平面（T）为原始状态，即打开文件时存在的状态。

⑥ 隐藏平面属性按钮：隐藏或显示平面列表下的属性控件（区域⑩部分）。

⑦ 显示选项按钮：设置平面及坐标系的显示内容，详见下拉列表说明。

⑧ 跟随规则按钮：设置列表中平面选择的规则，这是 Mastercam 2017 新增加的功能。各种跟随规则参见图 1-10。例如，若勾选了第一条规则——绘图平面/刀具平面跟随 WCS，则选定某视图平面为 WCS 时，C 平面和 T 平面也同时指定为某视图平面，这一点在加工编程时非常有用。

学习“平面”管理器必须掌握视角、坐标系、构图平面与刀具平面等知识。

视角（Graphics View，简写为 G）：指观察视图的方向，在“平面”管理器列表中用字母“G”显示，默认有俯视图、前视图、后视图、底视图、右视图、左视图以及等轴测视图（即等视图）等，所以又称屏幕视图，如图 1-11 所示。注意，等视图的显示是相对于工作坐标系（WCS）而言的。图 1-11 所示是相对于俯视图 WCS 而言的。

世界坐标系：是系统默认的坐标系，也是其他坐标系的基准参照系，其不能重新设置与修改。

工作坐标系（WCS）：又称工件坐标系或加工坐标系，在 CAD 绘图与造型时多称为工作坐标系，而在加工编程时多称为工件坐标系或加工坐标系。WCS 可按绘图或编程的要求设置位置与方向。

坐标系的显示与隐藏可用功能键<F9>或“视图”选项卡显示选项区“显示轴线”功能按钮操作。默认的坐标系轴线颜色：世界坐标系轴线是灰色的实线，如图 1-11 中显示了世界坐标系；工作坐标系（WCS）轴线是酱色的线；构图平面（C）坐标系轴线是绿色的实线；后面介绍的刀具平面（T）坐标系轴线是淡蓝色的线。WCS、C 坐标系和 T 坐标系轴线的线型会变化，以便区分。

工作坐标系是以世界坐标系为基准进行设置的。软件操作时，右键快捷菜单中选定的视角显示的是工作坐标系（WCS），而“平面”管理器中选择的视角是世界坐标系的视角，只有工作坐标系选定为“俯视图”时两者显示才相同。

构图平面（Construction Plane，简写为 CPlane 或 C）：又称绘图平面，是当前使用的二维绘图平面，类似于 UG NX 软件中的草图平面。构图平面为 X-Y 轴平面，其 X 轴正方向为水平右方向，Y 轴正方向为垂直上方向，Z 轴方向按右手定则确定。若考虑其坐标原点的位置，则它也是一个坐标系，称为构图坐标系或绘图坐标系。

构图深度 Z：基于绘图平面坐标系绘制三维图素时所需的深度方向的坐标参数。构图

深度的方向是基于构图平面按右手定则确定的垂直轴的方向，常见的有三个，如图 1-12 所示，图中的构图平面 CP1、CP2 和 CP3 分别对应 X 轴、Y 轴与 Z 轴的构图深度。

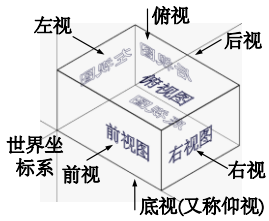


图 1-11　等视图及其他视图（视角）

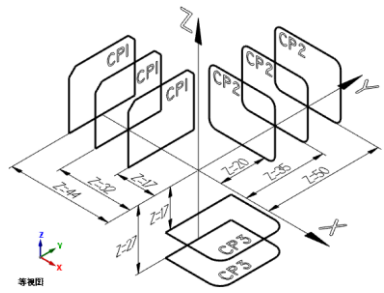


图 1-12　构图深度

构图深度 Z 可在“主页”功能选项卡规划选项区 Z 0.0 或快捷菜单中的图素属性工具栏中 Z 0.0 设置与选择，具体依照个人使用习惯。但更多使用的是用鼠标操作设置，具体为首先单击字母 Z，激活构图深度设置，然后用鼠标拾取视图中的相关图素点，此时深度文本框中会设置并显示选择图素的 Z 坐标，即当前构图深度。为兼顾老用户的操作习惯，系统仍保留 X 版在状态栏的设置方式 Z: 20.00000 。

刀具平面（Tool Plane，简写为 TPlane 或 T）：指三轴加工时与刀具轴垂直的平面，是决定刀具轴的平面，列表中缩写为“T”，该选项在加工编程时用到。

另外，“视图”选项卡显示选项区的显示指针功能按钮可控制绘图坐标系、刀具坐标系与工作坐标系的显示与隐藏，一般绘图坐标系显示在屏幕左上角（坐标图标下有一个“绘”字），工作坐标系显示在工件设置位置处（蓝色的坐标系图标），刀具坐标系显示在屏幕的右上角[必须进入加工模块（如铣削模块）才会显示，坐标图标下有一个“刀”字]。

总结以上内容，视角（G）、工作坐标系（WCS）、构图平面（C）和刀具平面（T）之间的关系如下：

1）视角（G）即屏幕视图，是以 WCS 为基准的观察图形的平面。

2）工作坐标系（WCS）实质是数控编程时的工件坐标系或加工坐标系，编程时可以在工件上根据需要建立新的工件坐标系。但 Mastercam 的“转换”功能选项卡“转换”功能区的移动到原点功能按钮可迅速将工件移至世界坐标系原点，即工件坐标系原点与世界坐标系原点重合，适合于每个文档仅设置一个机床群组（Machine Group）进行加工编程的场合。另外，毛坯设置默认也是基于 WCS 的。

3）构图平面（C）是绘制二维视图以及三维平面与实体的坐标系，也是加工编程时各操作的坐标系，即后处理输出程序时刀位点的坐标值也是基于这个坐标系的，因此为使输出程序为工件坐标系（WCS）的坐标值，必须将构图平面（C）与工件坐标系（WCS）平面重合。

4）刀具平面（T）包含刀具位置的平面，如数控铣床的主轴与刀具平面（T）是垂直的，也是描述刀具刀位点移动坐标值的坐标系，只有刀具平面（T）与构图平面（C）重合时，才能正确表述出刀具移动的轨迹。进一步说，只有当刀具平面（T）和构图平面（C）与工件坐标系（WCS）平面重合时，才能实现以工件坐标系（WCS）为原点的加工轨迹和加工程序。

最终结论是，编程时必须使刀具平面（T）和构图平面（C）与工作坐标系（WCS）平面重合。这也是按钮和跟随规则“绘图平面/刀具平面跟随 WCS”的用途之一。

3．专用操作管理器

在 Mastercam 2017 中，大部分专用的操作功能也从过去的工具栏按钮形式逐渐过渡为专用的操作管理器操控，这些专用的操作功能管理器一般为非常驻留管理器，用完后会退出，这些操作管理器在后续介绍中会常常见到，这里仅简单介绍以“草图→圆弧→已知点画圆”功能按钮的操作管理器。

单击“草图”功能选项卡“圆弧”功能选项区的“已知点画圆”功能按钮，会弹出操作提示：“请输入圆心点”，同时激活“已知点画圆”操作管理器，如图 1-13 所示。这种专用的操作管理器比默认通用的管理器在右上角新增了三个操作按钮——“确定并继续”按钮（又称“应用”按钮）、“确定”按钮和“取消”按钮，其能够使操作功能（如图 1-13 的画圆操作功能）重复执行，或执行一次或退出。各种专用操作管理器的使用差异主要集中在操作内容上，读者可逐渐学习，遇到难以理解的时候，可单击“帮助”按钮寻求系统帮助，但其需要英文基础，当然某选项或按钮的不理解，可将鼠标指针悬停至该选项或按钮附近，也会弹出简短的帮助，如图 1-13 中悬停在“相切”处时弹出的帮助。

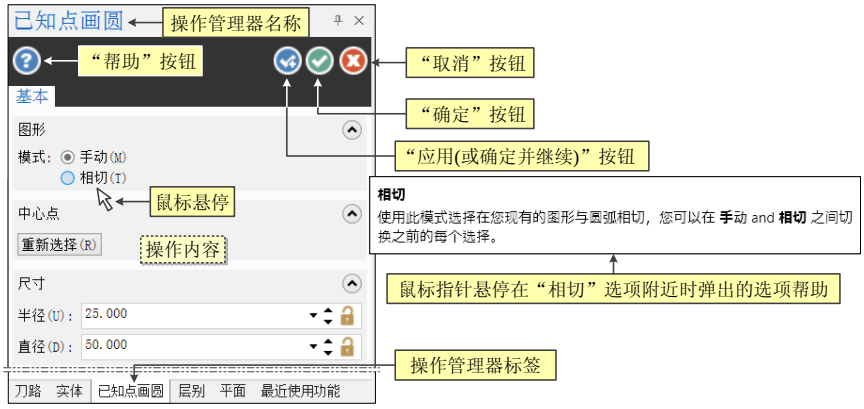


图 1-13 “已知点画圆”操作管理器

1.2.5 图素的外观操控

图素的外观操控主要指三维几何模型的外观显示感受，最常见的是线框显示与模型着色功能，在着色模式下还可进一步设置材料效果，如金属、塑料和光泽等材料效果，对于曲面模型的线框显示，还涉及曲面显示密度的设置与显示问题。当然，实体与曲面同样可以设置不同的颜色，这里不予赘述。

1．实体或曲面的线框与着色显示

在视窗右下角状态栏的右侧有一排关于实体或曲面线框与着色设置的快速操作按钮，图 1-14a 所示为各按钮的功能说明，光标悬停在按钮上会临时弹出按钮说明。另外，在“视图”功能选项卡的“外观”功能区也具有同样的功能按钮，如图 1-14b 所示，其更为丰富，如具有材料效果的设置等。

图 1-15 所示为某实体模型的线框与着色显示示例，供学习参考。