



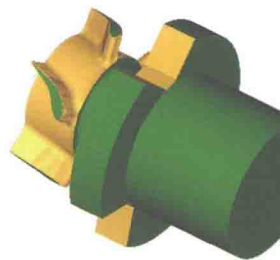
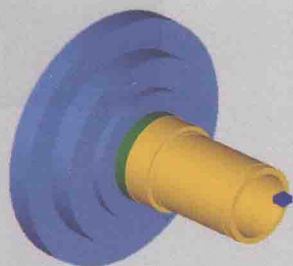
高等职业教育示范性院校系列教材

Mastercam X6 数控加工范例教程

(第二版)

褚守云 主 编
陈亚梅 副主编
王荣兴 主 审

宋书善



科学出版社

高等职业教育示范性院校系列教材

Mastercam X6 数控加工 范例教程

(第二版)

褚守云 主 编

宋书善 陈亚梅 副主编

王荣兴 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以企业真实案例为蓝本,详细介绍了利用业界主流 CAD/CAM 软件——Mastercam X6 为工具,对动涡盘、光通信壳体、瓶底模具、接线盖凸模、冷却套、叶轮轴、整体二级叶轮等零件进行工艺设计与制造的过程,内容涵盖二维轮廓加工、数控车、曲面加工、四轴加工以及五轴加工等。

本书的案例均基于完整的工作过程,内容翔实,通俗易懂,零件尺寸更适合现场教学要求,适合目前职业院校的以工作过程为导向的项目教学,同时也适合机械类工程技术人员自学参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam X6 数控加工范例教程/褚守云主编. —2 版. —北京:科学出版社, 2015

ISBN 978-7-03-043065-6

I. ①M… II. ①褚… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件—高等职业教育—教材 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 013811 号

责任编辑:赵丽欣/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 1 月第一次印刷 印张:17 3/4 插页 1

字数:408 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62134021 (HA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书是 2009 年度教育部高职高专机电设备技术类专业教指委精品课程以及 2010 年度江苏省高等学校精品课程《计算机支持的零件加工》的配套教材。本书采用校企合著的编写模式,以企业的完整工作过程为导向,精选企业、行业的典型案例,通过教学化处理,使有限的载体在涵盖国家职业技能鉴定标准的同时具备一定的先进性、前瞻性。

本书第一版于 2010 年正式出版,主要用于高职数控技术、机电一体化、CAD/CAM 技术、机械制造与自动化、模具技术等专业的教学,先后三次印刷。在以精品课程建设为代表性的教育、教学改革实践创新过程中,编者积累了丰富的教学案例以及教学经验。随着企业数控设备的升级,在校企合作中,编者也积累了不少经验,包括近几年参加的全国职业技能大赛,如何让数控大赛成果进课堂,惠及更多的学生,使教材彰显职业教育特色。在这些因素的促进下,编者及时更新了教学内容,完成了第二版。

本书第二版以主流 CAM 软件——Mastercam X6 为实训平台,教学载体都是来自于企业、行业的典型零件,内容涵盖二维轮廓加工、数控车、曲面加工、四轴加工以及五轴加工等。

本书由常州轻工职业技术学院的褚守云任主编,常州信息职业技术学院的宋书善、常州轻工职业技术学院的陈亚梅任副主编,全国数控大赛命题专家、国家级高级考评员、常州轻工职业技术学院的王荣兴任主审。编写分工如下:褚守云编写项目 1~3、7,宋书善编写项目 4,陈亚梅编写项目 5、6。在编写过程中南车集团戚墅堰机车有限公司、江苏常发集团、江苏新瑞、常州华威亚克模具、江苏德泰精密机电有限公司等企业的相关工程技术人员对案例载体、工艺设计、软件的选择等方面提出了许多建设性的建议,在此一并深表谢意。由于编者水平有限,谬误欠妥之处,恳请读者批评指正。

为便于读者学习,本书所有的实例源文件、练习所需的原始文件、零件的参考工艺文件以及教学课件 PPT 均上传至科学出版社的网站上,需要的读者可以到 <http://www.abook.cn> 下载。也可登录精品课程《计算机支持的零件加工》网站 <http://58.216.240.233/jpkc2009/Index.asp> 获取,这里有不断更新的教学资源,可方便教学与交流。

本课程总学时建议 72 学时,其中教学 56 学时,实操 16 学时,完成 4 个项目的实际加工。具体学时分配建议如下:

序号	内 容	建议学时
1	项目 1 动涡盘的工艺设计与制造(机房)	12
2	项目 2 光通信壳体的工艺设计与制造(机房)	8
3	项目 3 瓶底模具的工艺设计与制造(机房)	8
4	项目 4 接线盖凸模的工艺设计与制造(机房)	4
5	项目 5 冷却套的工艺设计与制造(机房)	8
6	项目 6 叶轮轴的工艺设计与制造(机房)	8

续表

序号	内 容	建议学时
7	项目 7 整体二级叶轮的工艺设计与制造 (机房)	8
8	项目 1 动涡盘的数控加工 (数控基地)	4
9	项目 3 瓶底模具的数控加工 (数控基地)	4
10	项目 5 冷却套的数控加工 (数控基地)	4
11	项目 6 叶轮轴的数控加工 (数控基地)	4

编者

2015 年 1 月

目 录

项目 1 动涡盘的工艺设计与制造	1
任务 1.1 动涡盘的轮廓线绘制	20
任务 1.2 动涡盘的 CAM 编程	28
项目 2 光通信壳体的工艺设计与制造	46
任务 2.1 光通信壳体的实体造型	51
任务 2.2 光通信壳体的 CAM 编程	61
项目 3 瓶底模具的工艺设计与制造	94
任务 3.1 瓶底模具的曲面造型	105
任务 3.2 瓶底模具的 CAM 编程	116
项目 4 接线盖凸模的工艺设计与制造	150
任务 4.1 接线盖凸模的曲面造型	159
任务 4.2 接线盖凸模的 CAM 编程	171
项目 5 冷却套的工艺设计与制造	197
任务 5.1 冷却套的数控车削加工	201
任务 5.2 冷却套的四轴铣削加工	218
项目 6 叶轮轴的工艺设计与制造	226
任务 6.1 叶轮轴的建模	234
任务 6.2 叶轮轴的四轴 CAM 编程	238
项目 7 整体二级叶轮的工艺设计与制造	252
任务 7.1 叶轮的曲面提取	256
任务 7.2 叶轮的五轴编程	257
参考文献	276

项目

1

动涡盘的工艺设计与制造

项目简介

本项目涉及动涡盘（图 1-1）的加工，其材料为 Cu-Cr-Mo 合金铸铁，属于批量生产。轮廓线绘制部分主要涉及圆弧、直线、倒圆角、FPlot、修剪等命令，毛坯的选择涉及实体挤出命令，CAM 编程部分主要涉及 2D 加工的“外形铣削”和“2D 动态中心除料刀路”。

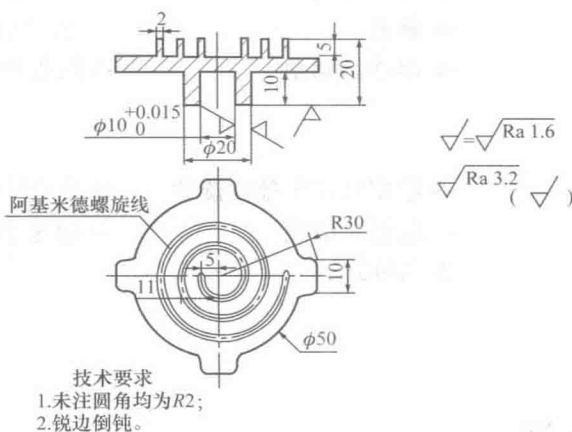


图 1-1 动涡盘

项目分析

动涡盘材料是一种合金铸铁，从产品图样看，其难点主要为阿基米德螺旋线的加工，首先要找到其参数方程组，然后根据方程组绘制轮廓线。由于其属于批量生产，应尽可能细分工艺过程，在保证产品质量的前提下，尽可能地采用高速、高效的加工工艺，提高生产效率。其工艺过程一般包括：毛坯（铸件）—退火—车外轮廓—精铣—钳工—检验—入库。本项目主要工序见表 1-1。

表 1-1 动涡盘的主要工序

		
1. 毛坯	2. 车外轮廓	3. 精铣

任务分解

任务 1.1 动涡盘的轮廓线绘制

任务 1.2 动涡盘的 CAM 编程

知识点、技能点

知识点：

- ◇ 层
- ◇ 串连补正
- ◇ 转换平移
- ◇ 图素
- ◇ 直线
- ◇ 清除颜色
- ◇ 绘图平面
- ◇ 圆弧
- ◇ 实体挤出
- ◇ 屏幕视角
- ◇ 旋转复制
- ◇ 外形铣削
- ◇ 构图深度 Z
- ◇ 修剪
- ◇ 2D 动态中心除料
- ◇ FPlot
- ◇ 串连倒圆角
- ◇ 后处理

技能点：

- ◇ 设置图层
- ◇ 绘制阿基米德螺旋线
- ◇ 改变构图深度 Z
- ◇ 创建毛坯
- ◇ 绘制轮廓线
- ◇ 创建 2D 刀路
- ◇ 修剪轮廓线
- ◇ 后处理刀路

基础知识

1. 初识 Mastercam X6

Mastercam X6 工作界面如图 1-2 所示。

(1) 屏幕视角、绘图平面、构图深度

通过设置屏幕视角，可以从不同的角度观察所绘制的图形，所以说屏幕视角即看图形。绘图平面（图 1-3）是绘制二维图形的平面，可以在不同的绘图平面上绘制一些图形进行三造型。设置屏幕视角和绘图平面的方法有两种。

1) 通过“绘图视角”工具栏（图 1-4）来设置统一的屏幕视角和绘图平面，也可以通过“平面”工具栏（图 1-5）来单独设置绘图平面。

2) 通过属性栏中的“屏幕视角”标签（图 1-6）来设置统一的屏幕视角和绘图平面，也可以通过“平面”标签（图 1-7）来单独设置绘图平面。

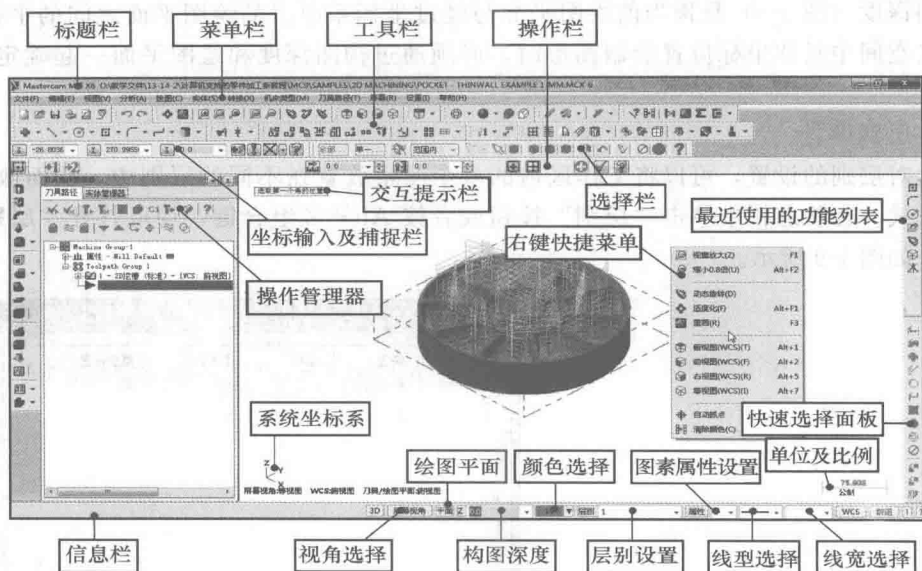


图 1-2 Mastercam X6 工作界面

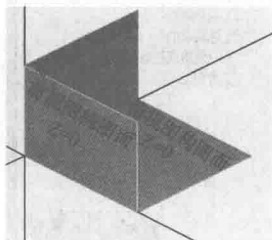


图 1-3 绘图平面示意图

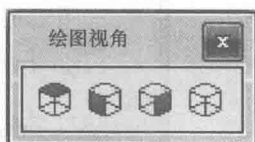


图 1-4 “绘图视角”工具栏



图 1-5 “平面”工具栏

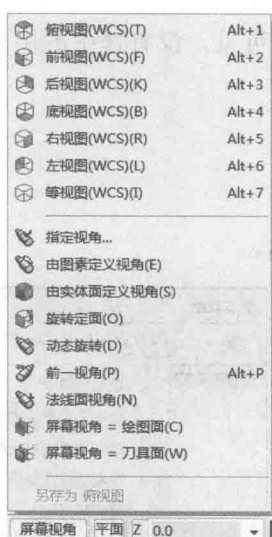


图 1-6 “屏幕视角”标签



图 1-7 “平面”标签

构图深度(图 1-8)是指当前绘图平面与经过坐标系原点的绘图平面之间的平行距离。当需要在空间中具体坐标位置绘制图形时,必须通过构图深度和绘图平面一起确定图形的绘制位置。

(2) 层别设置

通过对层别的设置,可以将工作区内的多个图素放在不同的层别中,从而改变模型的显示方式。在状态栏中单击“层别”按钮或者按 Alt+Z 组合键,均可打开“层别管理”对话框,如图 1-9 所示。

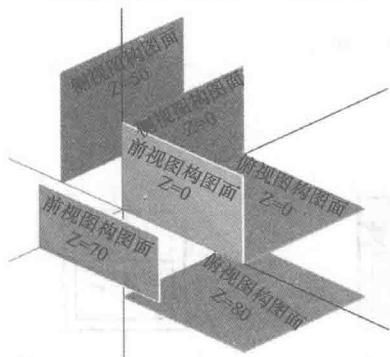


图 1-8 构图深度示意图

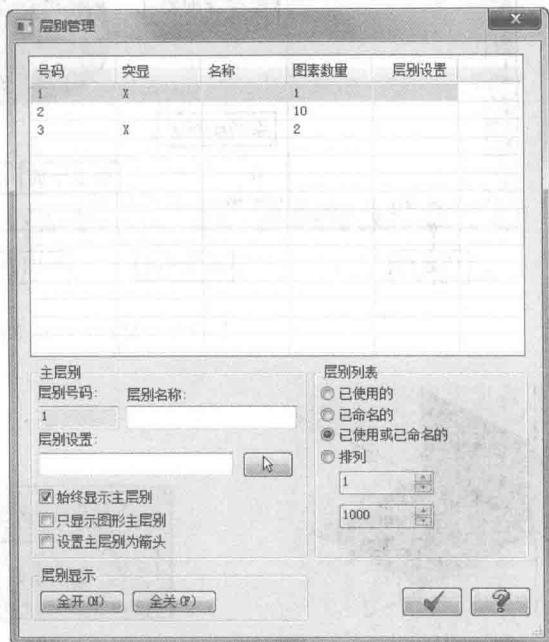


图 1-9 “层别管理”对话框

“突显”列中选中的层别表示该层别中的图素全部可见,没有选中的层别表示该层别中的图素全部隐藏,选中且以黄色显示的为当前主层别。

2. 基础绘图工具

(1) 直线

绘制直线的菜单和工具栏如图 1-10 和图 1-11 所示。

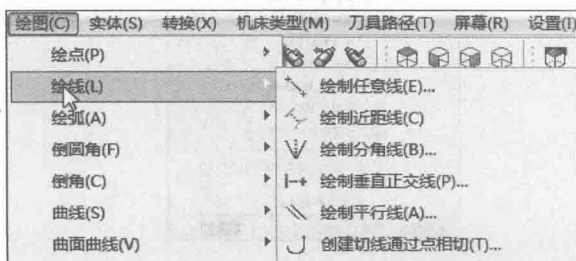


图 1-10 绘制直线的菜单

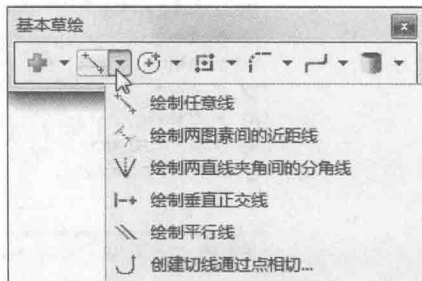


图 1-11 绘制直线的工具栏

1) 任意线：指定直线两个端点的绝对坐标、相对坐标，或者捕捉其他图素的特征点，或者直接单击确定端点的位置。“任意线”操作栏如图 1-12 所示。“任意线”操作栏按钮说明见表 1-2。直线绘制样例如图 1-13 所示。



图 1-12 “任意线”操作栏

表 1-2 “任意线”操作栏说明

操作栏按钮	说 明
	编辑第 1 点：用于编辑已有直线段的第 1 个端点
	编辑第 2 点：用于编辑已有直线段的第 2 个端点
	连续线：用于绘制连续线；单击此按钮，可通过指定一系列点来绘制连续的多条线段
	长度：用于输入直线的长度
	角度：用于输入直线段相对于上一点的角度
	垂直：用于绘制垂直线。单击此按钮时，可以在绘图区任意位置单击指定直线的两个端点，接着在绘制直线的操作栏中设置长度值和 Y 垂直坐标值，单击“确定”按钮完成垂直线的绘制
	水平：用于绘制水平线。绘制方法与垂直线相同
	相切：用于创建一条与圆弧或样条曲线相切的直线段
	应用：用于运行当前任务，按 Enter 键执行同样的功能，此时操作栏或对话框不关闭，保留当前功能，直至单击“确定”按钮才退出
	确定：用于结束当前命令，关闭操作栏或对话框

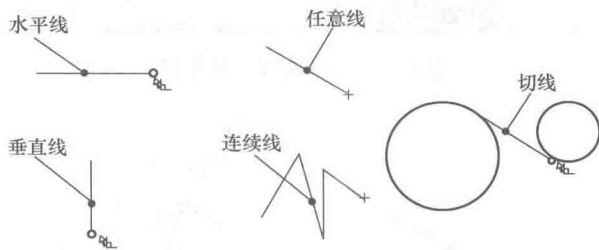


图 1-13 直线绘制样例

2) 近距线：绘制已知点、直线、圆弧或者曲线到其他直线、圆弧或者曲线之间最近的直线，即垂直于两图素的直线。近距线绘制样例如图 1-14 所示。

3) 分角线：分角线即角平分线，可以在两条相交直线绘制一条分角线或在两条平行线的中间绘制一条平行线。使用分角线功能，需指定线的长度。分角线绘制样例如图 1-15 所示。

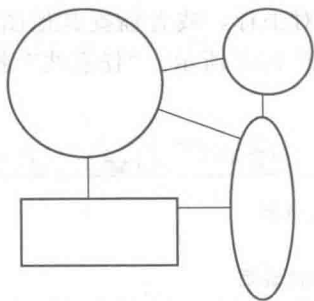


图 1-14 近距线绘制样例

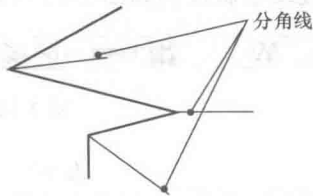


图 1-15 分角线绘制样例

4) 垂直正交线: 创建一条垂直于一直线、圆弧或样条曲线的法线, 或一条过定点且与已知直线、圆弧或样条曲线垂直的法线。“垂直正交线”操作栏如图 1-16 所示。垂直正交线绘制样例如图 1-17 所示。



图 1-16 “垂直正交线”操作栏

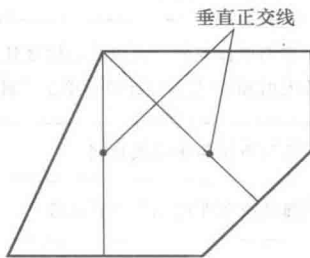


图 1-17 垂直正交线绘制样例

5) 平行线: 构建与已知直线平行的直线。“平行线”操作栏如图 1-18 所示。平行线绘制样例如图 1-19 所示。



图 1-18 “平行线”操作栏

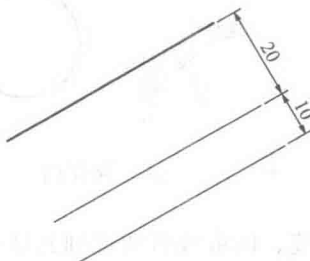


图 1-19 平行线绘制样例

6) 通过点相切: 构建通过圆弧上一点且与圆弧相切的直线。“切线”操作栏如图 1-20 所示。切线绘制样例如图 1-21 所示。



图 1-20 “切线”操作栏

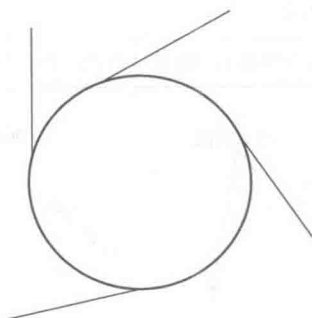


图 1-21 切线绘制样例

(2) 圆弧

绘制圆弧的菜单和工具栏如图 1-22 和图 1-23 所示。

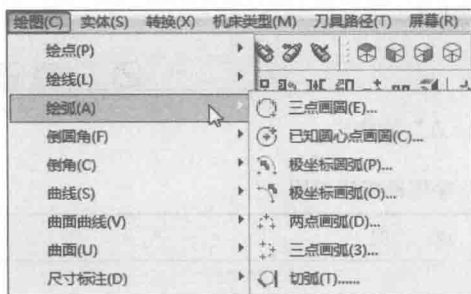


图 1-22 绘制圆弧的菜单

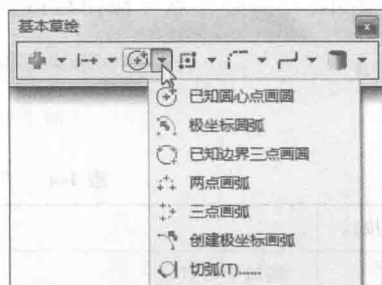


图 1-23 绘制圆弧的工具栏

1) 三点画圆：通过指定三个点（或两个点）绘制圆，亦可以选择三个图素绘制相切圆。“三点画圆”操作栏如图 1-24 所示。“三点画圆”操作栏按钮说明见表 1-3。三点画圆绘制样例如图 1-25 所示。



图 1-24 “三点画圆”操作栏

表 1-3 “三点画圆”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	编辑第 1 点
	编辑第 2 点
	编辑第 3 点
	三点：通过指定圆周上的 3 个点绘制圆
	二点：通过指定圆周上的 2 个点绘制圆

续表

操作栏按钮	说 明
	半径：用于显示和设置半径
	直径：用于显示和设置直径
	相切：用于创建同时与 3 个图素相切的圆，前提是在这 3 个图素之间存在着相切的圆

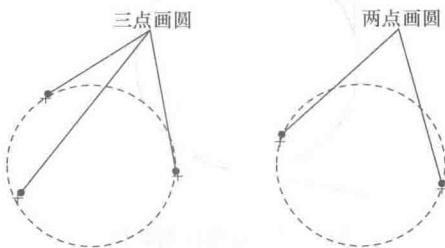


图 1-25 “三点画圆”绘制样例

2) 圆心+点：通过指定圆心点和半径值（或直径值）绘制圆。“圆心+点”操作栏如图 1-26 所示。“圆心+点”操作栏按钮说明见表 1-4。



图 1-26 “圆心+点”操作栏

表 1-4 “圆心+点”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	编辑中心点
	半径：用于显示和设置半径
	直径：用于显示和设置直径
	相切：用于创建与直线或圆弧相切的圆

3) 极坐标圆弧：用极坐标方式绘制圆弧（指定圆弧圆心点、圆弧大小<半径或直径>、起始角度和终止角度）。“极坐标圆弧”操作栏如图 1-27 所示。极坐标圆弧的操作栏按钮说明见表 1-5。



图 1-27 “极坐标圆弧”操作栏

表 1-5 “极坐标圆弧”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	编辑中心点
	切换方向：用于切换圆弧的起始角度和终止角度
	半径：用于显示和设置半径

续表

操作栏按钮	说 明
	直径：用于显示和设置直径
	起始角度：输入圆弧起始角度
	终止角度：输入圆弧终止角度
	相切：用于创建与直线或圆弧/圆相切的圆弧

4) 极坐标画弧：用极坐标方式绘制圆弧（指定圆弧起始点或终止点、半径或直径、起始角度和终止角度圆弧的起始点和终止点只需指出其中的一点即可，且可以互相切换，可以编辑点的位置）。“极坐标画弧”操作栏如图 1-28 所示。“极坐标画弧”操作栏按钮说明见表 1-6。

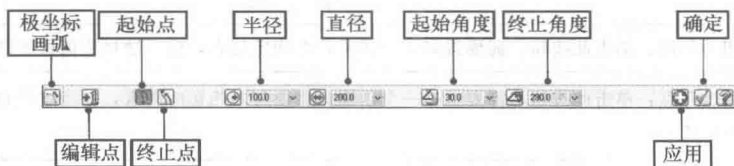


图 1-28 “极坐标画弧”操作栏

表 1-6 “极坐标画弧”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	编辑中心点
	起始点：用于指定圆弧的起始点
	终止点：用于指定圆弧的终止点
	半径：用于显示和设置半径
	直径：用于显示和设置直径
	起始角度：输入圆弧起始角度
	终止角度：输入圆弧终止角度

5) 三点圆弧：以不在同一条直线上的三点确定圆弧。三点画弧绘制样例如图 1-29 所示。

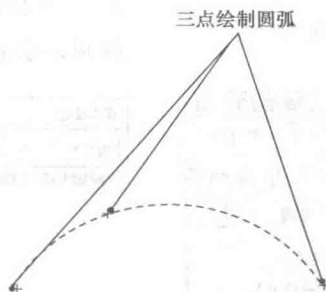


图 1-29 三点圆弧绘制样例

6) 切弧: 构建与已存在的直线或圆弧相切的圆弧, 有 7 种方式: 切一物体、经过一点、(圆心经过) 中心线、动态切弧、三物体切弧、三物体切圆和切二物体。“切弧”操作栏如图 1-30 所示。“切弧”操作栏按钮说明见表 1-7。

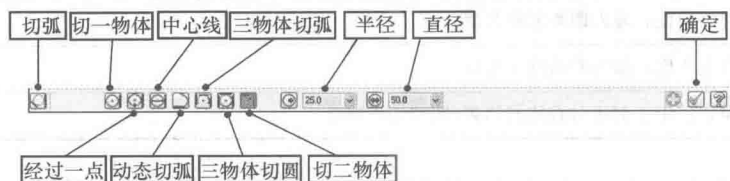


图 1-30 “切弧”操作栏

表 1-7 “切弧”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	切一物体: 单击此按钮, 需要选择一个图素, 并指定切点, 然后选择要保留的圆弧
	经过一点: 单击此按钮, 需要选择一个新圆弧将要与之相切的图素, 并指定经过点, 然后选择要保留的圆弧
	中心线: 单击此按钮, 需选择新圆弧要与之相切的一条直线, 接着指定要让新圆弧的圆心经过的线, 然后选择要保留的圆弧
	动态切弧
	三物体切弧: 创建与三个图素相切的圆弧
	三物体切圆: 创建与三个图素相切的圆
	切二物体: 创建与两个图素相切的圆弧
	半径: 用于显示和设置半径
	直径: 用于显示和设置直径

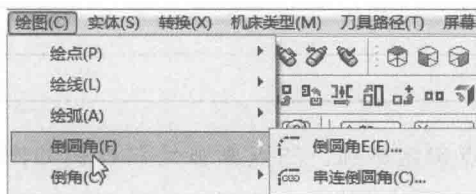


图 1-31 绘制倒圆角的菜单

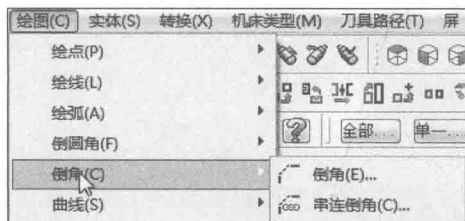


图 1-32 绘制倒角的菜单

(3) 倒圆角和倒角

绘制倒圆角和倒角的菜单和工具栏如图 1-31~图 1-33 所示。

1) 倒圆角: 两个几何对象的连接处以圆弧过渡。“倒圆角”操作栏如图 1-34 所示。“倒圆角”操作栏按钮说明见表 1-8。倒圆角绘制样例如图 1-35~图 1-40 所示。

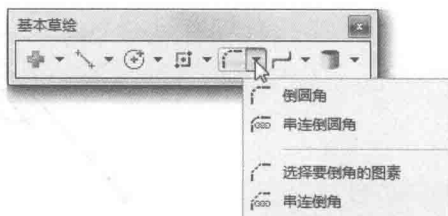


图 1-33 倒圆角和倒角的工具栏

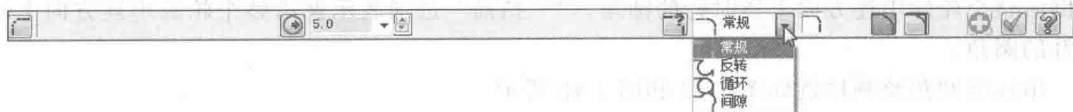


图 1-34 “倒圆角”操作栏

表 1-8 “倒圆角”操作栏按钮说明

操作栏按钮	说 明
	半径：用于显示和设置半径
	圆角类型：分为常规、反转、循环、间隙 4 种
	修剪两个图素
	不修剪两个图素

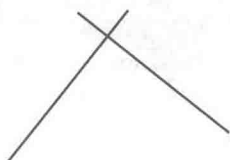


图 1-35 原始图形



图 1-36 标准倒圆角并修剪图素

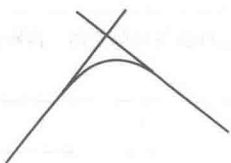


图 1-37 标准倒圆角不修剪图素



图 1-38 反转倒圆角

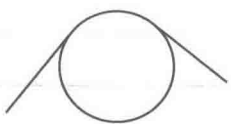


图 1-39 循环倒圆角

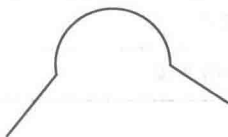


图 1-40 间隙倒圆角

2) 串连倒圆角：在串连的几何对象的连接处以圆弧过渡。“串连倒圆角”操作栏如图 1-41 所示。

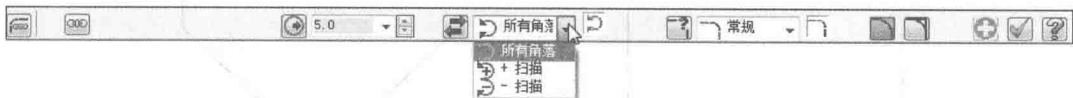


图 1-41 “串连倒圆角”操作栏

“串连倒圆角”操作栏按钮与倒圆角操作按钮相比多了一个范围选项 所有角落 。其中“所有角落”选项表示在整个轮廓上两个几何对象的连接处均倒圆角；“+扫描”选项表