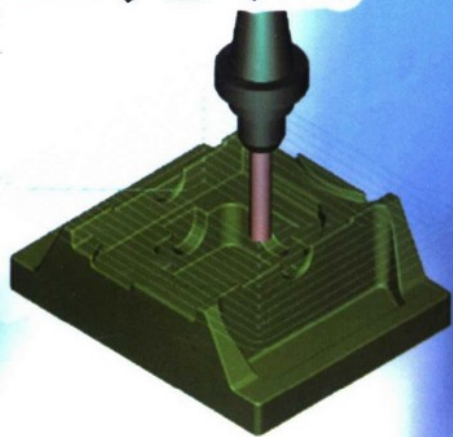


# MasterCAM

## 五轴加工方法

苟琪 编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

● ISBN 7-111-14753-7/TG·1381

封面设计 / 电脑制作 : 陈沛

# MasterCAM

## 五轴加工方法

ISBN 7-111-14753-7



9 787111 147534 > 定价: 26.00元(含1CD) .....

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037  
联系电话: (010) 68326294 网址: <http://www.cmpbook.com>  
E-mail: [online@cmpbook.com](mailto:online@cmpbook.com)



# MasterCAM 五轴加工方法

苟 琪 编著



机械工业出版社

本书主要介绍 MasterCAM 五轴加工中, 一些特殊零件的设计造型思路、方法和技巧, 所有五轴加工刀具路径生成方法及其应用, 特殊零件的五轴加工技巧, 如何应用 C-HOOK 技术扩展五轴加工能力和将三轴加工刀具路径转换成五轴加工刀具路径。全书分为 10 章, 介绍特殊零件在多坐标系中的造型设计方法与技巧; 斜面和倾斜孔的加工方法; 各种螺纹加工; 曲面上任意曲线、图案以及文字的加工; 典型凸轮和多面体零件的加工; 拔模角曲面加工方法; 曲面的五轴流线与旋转四轴加工方法; 多曲面片的加工方法; 应用 C-HOOK 技术的五轴加工方法; 五轴刀具路径旋转应用; 三轴刀具路径转换成五轴加工刀具路径; 以及 MasterCAM 在工业中的应用。

本书为作者应用 MasterCAM 五轴加工的总结, 以实例为主线介绍 MasterCAM 五轴加工涉及的设计方法及刀具路径生成, 讲解清晰, 容易理解, 是了解五轴加工技术的自学读本, 适用于作为大中专院校教材和培训教材, 工厂中技术人员和数控机床操作人员的参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

Master CAM 五轴加工方法 / 荀琪编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.7

ISBN 7-111-14753-7

I. M... II. 荀... III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 059401 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 黄丽梅 版式设计: 冉晓华 责任校对: 罗莉华

封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·5.875 印张·228 千字

0 001—4 000 册

定价: 26.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版



# 前 言

《MasterCAM 五轴加工方法》是作者继《MasterCAM 实用教程》和《MasterCAM 进阶功能剖析》后，推出的又一本书，这三本书从不同的方面和层次，对 MasterCAM 应用做了介绍。《MasterCAM 实用教程》是基础性教材，主要介绍 MasterCAM 的功能和基本操作方法；《MasterCAM 进阶功能剖析》主要介绍 MasterCAM 应用技巧和其功能的综合应用方法；《MasterCAM 五轴加工方法》主要介绍 MasterCAM 五轴加工的应用方法以及 MasterCAM 功能的深层次应用。

MasterCAM 是一个功能强大的应用软件，可以完成所有常规零件的加工，2002 年由 CIMdata, Inc.（一家独立的 NC 研究公司）的统计表明，MasterCAM 是目前世界上，在工业界和教育界最流行和用户量最大的 CAD/CAM 软件。

五轴加工相对三轴加工而言，有很多优越性，如扩大了加工范围、提高了加工效率、提高了加工精度等，因此，五轴加工的应用越来越广泛，五轴 CNC 机床的销售增长速度也最快。五轴加工方法是一种新技术，相对三轴加工，要复杂得多，目前开发出的生成五轴加工刀具路径方法远比三轴加工的方法少得多，正处于研究与应用共存阶段。

MasterCAM 从第 7 版开始提供五轴加工的功能，但是，其功能很不完善，因此，自第 7 版推出后，就在不断的修改之中，以 C-HOOK 的形式作为补丁提供给用户。在 2002 年 3 月推出的 MasterCAM V9 版中，融进了 MasterCAM 第 7 版和第 8 版中的修改结果，列入到正式的功能菜单之中。根据作者应用 MasterCAM V9 版进行五轴加工的实践，MasterCAM V9 版中的五轴加工功能，已经能够满足各种常规的曲面加工。

MasterCAM V9 版中提供了五种产生五轴加工刀具路径的方法，即曲线、钻削、拔模角面、曲面流线和多曲面片五轴加工方法，同时也提供了一种四轴加工的方法，可以加工回转类和四面需要加工的零件，尤其是多曲面片五轴加工方法，使得其五轴加工曲面方法，达到实用化阶段。

与三轴和四轴加工方法不同的是，MasterCAM V9 版中没有提供五轴加工后处理程序，用来生成用户所需的 CNC 加工代码。目前，MasterCAM 公司以及许多研究单位和专业公司都在从事这方面的研究和开发工作，相信在 MasterCAM 后续的版本中，会提供一些五轴加工的后处理程序，供用户参考。MasterCAM 后处理程序个性化很强，也即与所用的 CNC 控制器有关，不可以通用。而且，其开

发, 需要知道 MasterCAM 的数据结构, 有关这方面的内容, 本书作者拟在下本书中介绍。如果读者需要 MasterCAM 后处理程序的开发工作, 可以与本书作者联系。

本书的结构处理与前两本书有所不同, 前两本书的组织是以 MasterCAM 功能为主线, 以实例作为辅助, 说明其功能。这本书将以十个实例为主线, 介绍 MasterCAM 功能的应用方法。之所以这样安排, 是由于 MasterCAM 五轴加工的操作模式与三轴加工完全相同, 其中的许多功能概念, 也与三轴加工相同。通过本书的学习, 可以掌握复杂零件的设计、加工分析和综合应用 MasterCAM 五轴加工功能的方法。

本书的例子是以 MasterCAM V9 为原型, 只能在 MasterCAM V9 版本上运行。

本书主要包括以下内容:

1. 斜面和倾斜孔的加工方法
2. 各种螺纹的加工方法
3. 曲面上任意曲线、图案以及文字的雕刻加工方法
4. 典型凸轮和多面体零件的加工方法
5. 拔模角曲面的加工方法
6. 应用 C-HOOK 技术的五轴加工方法
7. 曲面的五轴流线与旋转四轴加工方法
8. 多曲面片的加工方法
9. 五轴刀具路径旋转应用
10. 三轴刀具路径转换成五轴加工刀具路径方法
11. MasterCAM 在工业中提高应用速度的几种方法

本书中的实例, 来自于两个方面, 一个是作者在美国和加拿大期间所做项目的个例改编而成; 另一个是根据读者提供的, 要解决的问题改编而成。在完成《MasterCAM 实用教程》(机械工业出版社)和《MasterCAM 进阶功能剖析》(机械工业出版社)后, 收到许多读者来信, 对书的内容给予了充分的肯定, 有的读者提出了自己在应用中存在的问题, 以及在生产中遇到的难题, 有的读者提出了许多期望, 书中需要改进的方面, 等等, 这些都使作者得到不同程度的益处, 并在工作和本书的写作中受益。在美国和加拿大期间, 加拿大滑铁卢等大学和美国、加拿大的一些企业给予了研究、合作机会和经费上的支持, 使自己能充分掌握和开发五轴加工, 对完成本书提供了技术上的保障。在此, 对帮助作者完成本书的所有朋友表示衷心的感谢。

苟 琪

[gouqiuw@yahoo.com](mailto:gouqiuw@yahoo.com)

# 目 录

## 前言

第 1 章 斜面和倾斜孔的加工方法	1
1.1 斜面及倾斜孔的设计方法	2
1.1.1 实体造型设计方法	2
1.1.2 工程图的生成方法	7
1.2 斜面及倾斜孔刀具路径的生成	12
1.3 工件外形定义	21
1.4 加工过程仿真	24
1.4.1 仿真参数设置及其用途	25
1.4.2 仿真中 STL 文件的应用	28
第 2 章 各种螺纹加工	32
2.1 普通梯形螺纹刀具路径	32
2.1.1 设计方法	32
2.1.2 刀具路径生成	33
2.1.3 置换轴法生成螺纹刀具路径	36
2.1.4 加工过程仿真	37
2.2 变螺距螺纹刀具路径	38
2.2.1 设计方法	38
2.2.2 刀具路径生成	40
2.2.3 加工过程仿真	41
2.3 锥形螺纹刀具路径	41
2.3.1 设计方法	42
2.3.2 刀具路径生成	44
2.3.3 加工过程仿真	45
第 3 章 曲面上任意曲线、图案以及文字的加工	46
3.1 沿曲面法线方向生成任意曲线刀具路径	46
3.1.1 曲面上任意曲线设计	46

3.1.2	刀具路径生成	50
3.1.3	加工过程仿真	52
3.2	不同刀具轴线控制方法的效果	53
3.2.1	“Lines”（直线）控制方式	53
3.2.2	“Plane”（平面）控制方式	53
3.2.3	“From Point”（远离点）控制方式	54
3.2.4	“To Point”（趋近点）控制方式	54
3.2.5	“Chain”（串接）控制方式	54
<b>第 4 章</b>	<b>典型凸轮和多面体零件的加工</b>	<b>55</b>
4.1	回转凸轮件的加工	55
4.1.1	刀具路径设计	56
4.1.2	刀具路径生成	56
4.1.3	加工过程仿真	58
4.2	对称多面体零件的加工	60
4.2.1	刀具路径设计	61
4.2.2	刀具路径生成	65
4.2.3	加工过程仿真	73
4.3	任意多面体零件的加工	74
4.3.1	零件设计	74
4.3.2	刀具路径生成	78
4.3.3	加工过程仿真	81
<b>第 5 章</b>	<b>拔模角曲面加工方法</b>	<b>82</b>
5.1	拔模角曲面的设计	82
5.2	拔模角刀具路径生成	84
5.3	加工过程仿真	90
<b>第 6 章</b>	<b>曲面的五轴流线与旋转四轴加工方法</b>	<b>91</b>
6.1	曲面设计	91
6.2	五轴流线刀具路径生成	91
6.3	加工过程仿真	93
6.4	旋转四轴加工	94
<b>第 7 章</b>	<b>多曲面片的加工方法</b>	<b>96</b>



---

7.1 曲面设计	96
7.2 多曲面片刀具路径生成	99
7.3 加工过程仿真	106
<b>第 8 章 应用 C-HOOK 技术的五轴加工方法</b>	<b>107</b>
8.1 “ROLLDIE”应用	108
8.1.1 刀具路径设计	108
8.1.2 刀具路径生成	109
8.1.3 加工过程仿真	114
8.2 “FLOOR5X”应用	114
8.2.1 刀具路径设计	114
8.2.2 刀具路径生成	116
8.2.3 加工过程仿真	122
<b>第 9 章 五轴刀具路径旋转应用</b>	<b>123</b>
9.1 刀具路径设计	123
9.2 刀具路径生成	126
9.3 加工过程仿真	136
<b>第 10 章 三轴刀具路径转换成五轴刀具路径</b>	<b>137</b>
10.1 基于球的转换原理	137
10.2 “CONTAIN5”应用	139
10.2.1 刀具路径设计	139
10.2.2 刀具路径生成	141
10.2.3 加工过程仿真	145
<b>第 11 章 工业中的应用</b>	<b>148</b>
11.1 宏 (Macro) 的应用	148
11.1.1 宏应用的组合功能	148
11.1.2 宏的生成方法	149
11.1.3 宏的调用	152
11.1.4 宏的合并	153
11.1.5 宏的编辑	154
11.1.6 宏在刀具路径模板中的应用	156
11.2 个性化设置	158

---

11.2.1 个性化工具条设置.....	158
11.2.2 加工中心刀具库设置.....	161
11.2.3 切削参数设置.....	168
11.3 刀具路径文件.....	176

## 第 1 章 斜面和倾斜孔的加工方法

三轴数控机床加工中,斜面可以采用插补的方法加工,但是,对于精加工,加工时间很长,倾斜孔只能通过夹具配合才能加工。而对于五轴加工机床来讲,斜面和倾斜孔是最简单的加工,而且,加工精度和加工效率都很高。图 1-1 为本章要加工的实体图,其中 a 为实体立体图,b 为线框模型图。此零件图形的特点为:

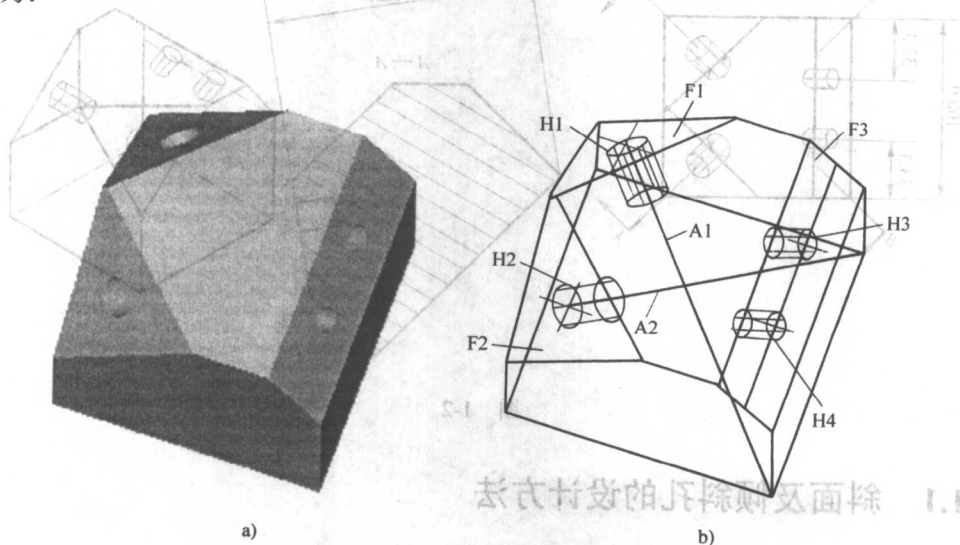


图 1-1

1) 孔的轴线垂直于其所在平面,如图 1-1b 中的孔 H1 的轴线垂直于平面 F1, H2 的轴线垂直于平面 F2 以及 H3 和 H4 的轴线垂直于平面 F3;

2) 平面 F1 和 F2 分别垂直于实体的对角线 A1 和 A2。

图 1-2 为其工程图,是由 MasterCAM 的立体图直接生成。

本章学习的要点为:

- 1) 实体造型的设计方法。
- 2) 工程视图的生成方法。
- 3) 任意绘图平面的设定方法。
- 4) 斜面和倾斜孔的五轴加工方法。
- 5) 五轴加工中不同仿真方式的应用特点。

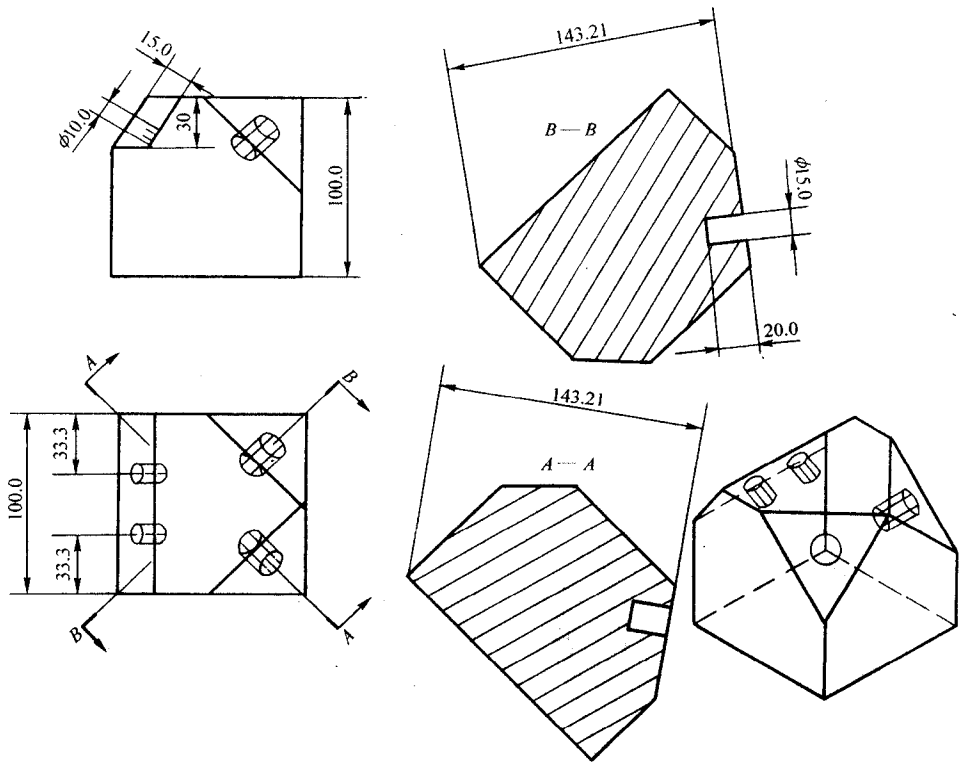


图 1-2

## 1.1 斜面及倾斜孔的设计方法

### 1.1.1 实体造型设计方法

所设计的造型如图 1-1a 所示，设计步骤如下：

#### (1) 绘制立方体

1) 用两点绘制长方形 (Create-Rectangle-2 Points) 的方法，绘制一正方形，如图 1-3a 所示，选择的两点分别为：P1 点：(0, 0)，P2 点：(100, 100)。

2) 用实体拉伸 (Solid-Extrude) 的方法，绘制出一正方体，如图 1-3b 所示，拉伸的长度为 100。

#### (2) 立方体倒角

用实体倒角 (Solid-Chamfer-2 distances) 的方法，倒出如图 1-4b 所示的倒角，倒角时选择的边为图 1-4a 中的 E1，选择的参考面为 F1，实体倒角对话框的参数如图 1-4c 所示。

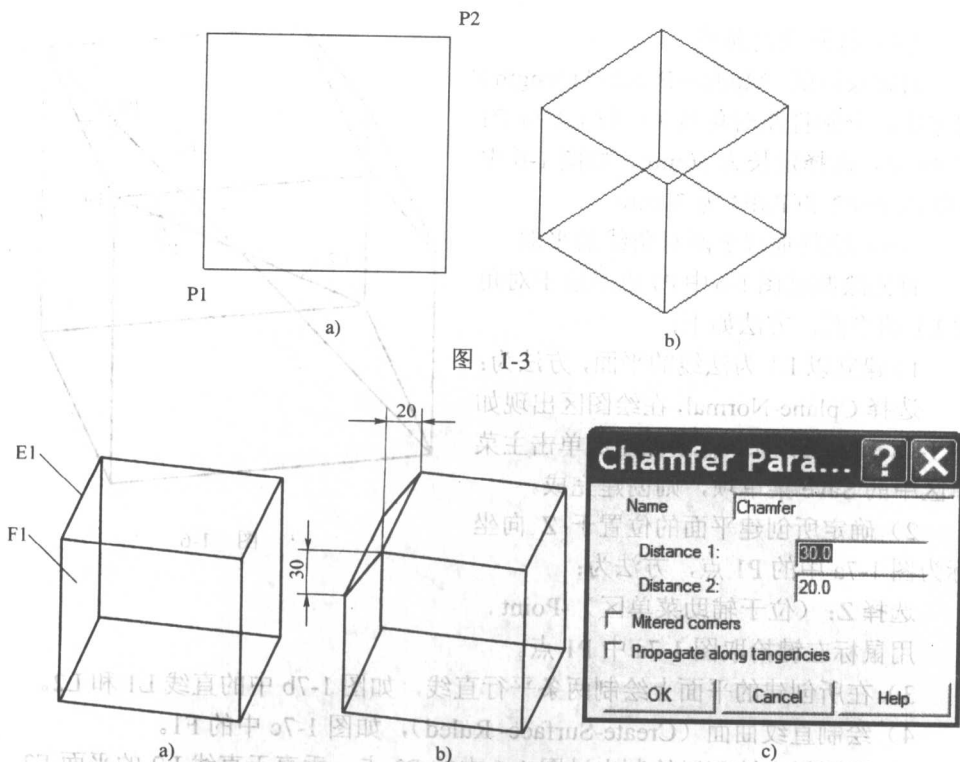


图 1-3

图 1-4

(3) 绘制立方体的对角线

在 3D 模式 (Cplane:3D) 下, 用两端点绘制直线 (Create-Endpoints) 的方法, 分别绘制两条对角线, 如图 1-5 所示的 L1 和 L2。

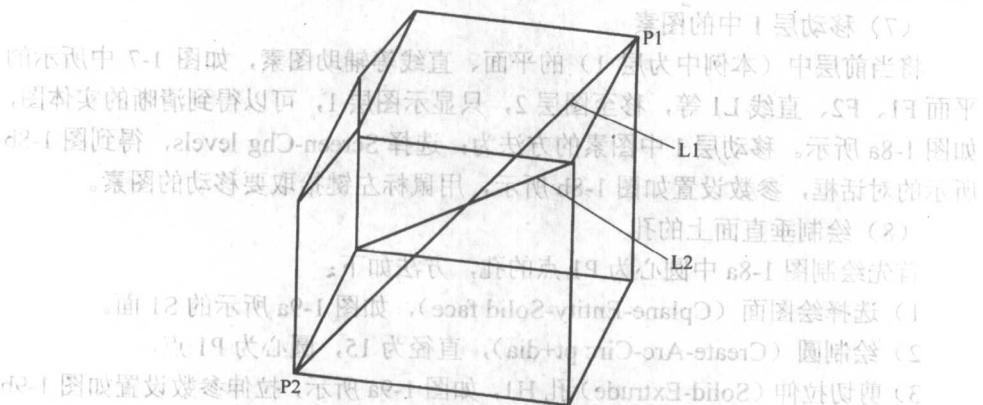


图 1-5

#### (4) 打断两对角线

用定长打断 (Modify-Break-At length) 的方法, 分别打断对角线 L1 和 L2 与 P1 和 P3 点, 选择定长为 30mm, 如图 1-6 中的线段 P1P2 和 P3P4 为 30mm。

#### (5) 绘制垂直于两对角线的平面

首先绘制过图 1-6 中 P1 点垂直于对角线 L1 的平面, 方法如下:

1) 建立以 L1 为法线的平面, 方法为: 选择 Cplane-Normal, 在绘图区出现如图 1-7a 所示坐标系, 用鼠标左键单击主菜单区中的 Save 菜单项, 则创建完成。

2) 确定所创建平面的位置于 Z 向坐标为图 1-7a 中的 P1 点, 方法为:

选择 Z: (位于辅助菜单区) -Point  
用鼠标左键拾取图 1-7a 中 P1 点。

3) 在所创建的平面上绘制两条平行直线, 如图 1-7b 中的直线 L1 和 L2。

4) 绘制直纹曲面 (Create-Surface- Ruled), 如图 1-7c 中的 F1。

5) 用同样方法可以绘制出过图 1-6 中的 P3 点, 垂直于直线 L2 的平面 F2, 如图 1-7d 所示。

#### (6) 实体剪切至平面

用实体剪切至平面 (Solids-Next menu-Trim-Surface) 的方法分别将图 1-7d 中的实体剪切至平面 F1 和 F2。

#### (7) 移动层 1 中的图素

将当前层中 (本例中为层 1) 的平面、直线等辅助图素, 如图 1-7 中所示的平面 F1、F2、直线 L1 等, 移至图层 2, 只显示图层 1, 可以得到清晰的实体图, 如图 1-8a 所示。移动层 1 中图素的方法为: 选择 Screen-Chg levels, 得到图 1-8b 所示的对话框, 参数设置如图 1-8b 所示, 用鼠标左键拾取要移动的图素。

#### (8) 绘制垂直面上的孔

首先绘制图 1-8a 中圆心为 P1 点的孔, 方法如下:

1) 选择绘图面 (Cplane-Entity-Solid face), 如图 1-9a 所示的 S1 面。

2) 绘制圆 (Create-Arc-Circ pt+dia), 直径为 15, 圆心为 P1 点。

3) 剪切拉伸 (Solid-Extrude) 孔 H1, 如图 1-9a 所示, 拉伸参数设置如图 1-9b 所示。

4) 用同样方法, 可以绘制出图 1-8a 中, 以 P1 点为圆心的孔, 如图 1-9a 中的 H2。

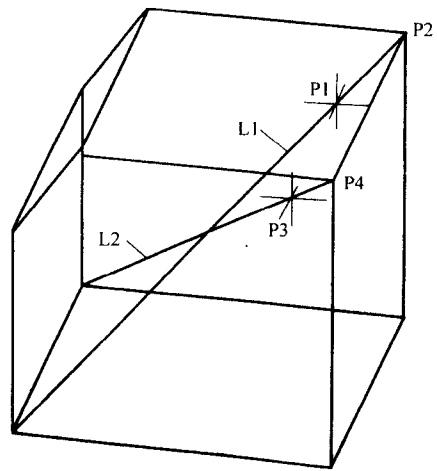


图 1-6

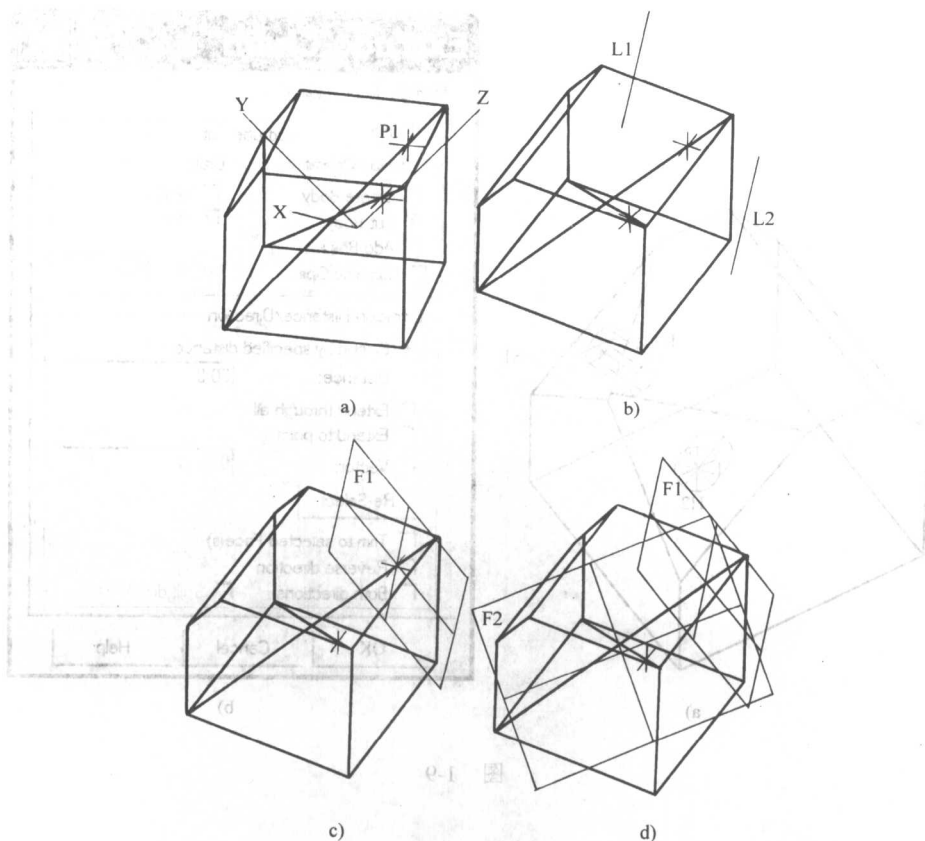


图 1-7

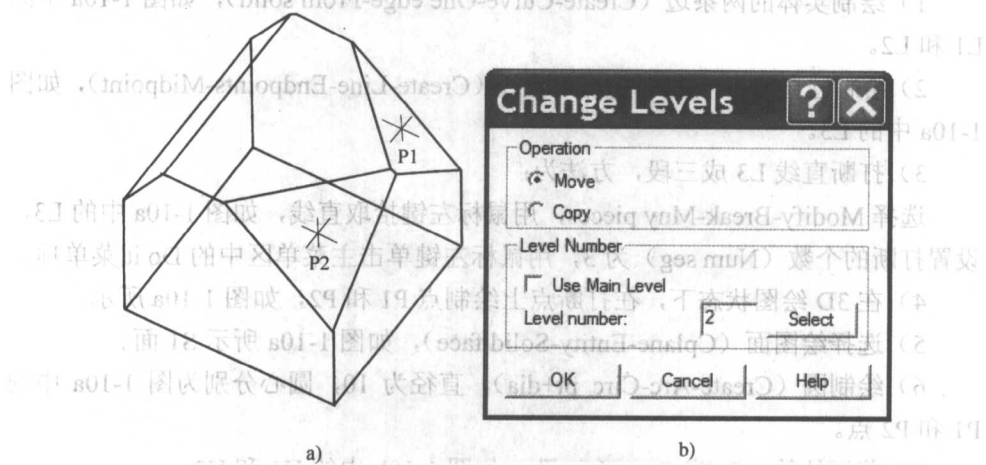


图 1-8

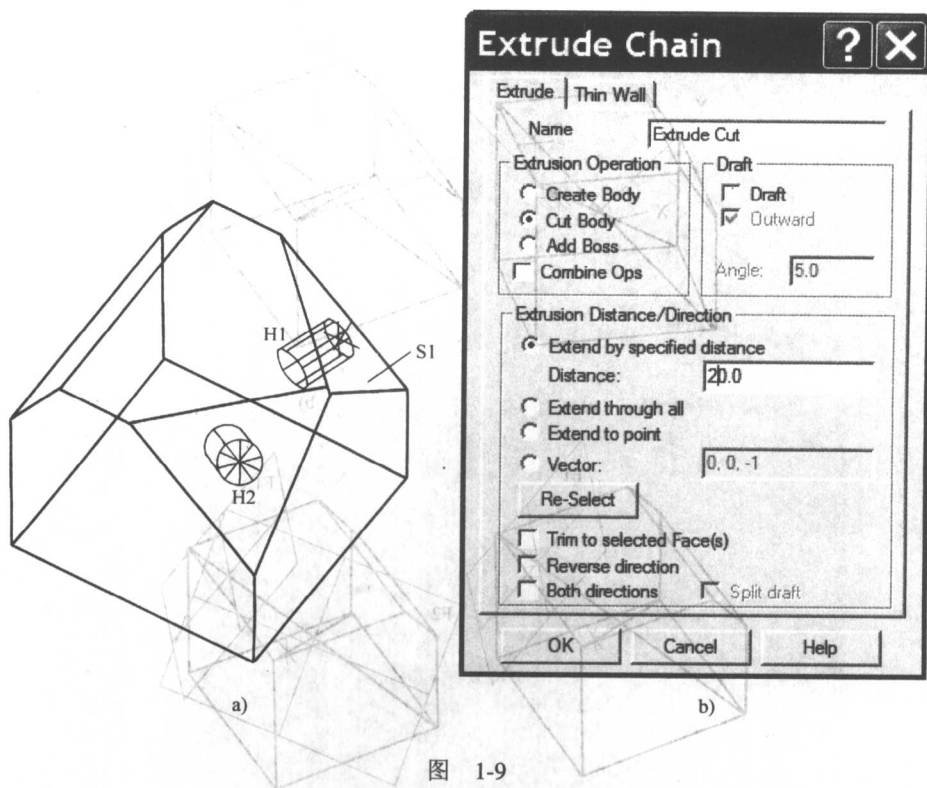


图 1-9

## (9) 绘制斜面上的孔

1) 绘制实体的两条边 (Create-Curve-One edge-From solid), 如图 1-10a 中的 L1 和 L2。

2) 绘制过直线 L1 和 L2 中点的直线 (Create-Line-Endpoints-Midpoint), 如图 1-10a 中的 L3。

3) 打断直线 L3 成三段, 方法为:

选择 Modify-Break-Mny pieces, 用鼠标左键拾取直线, 如图 1-10a 中的 L3, 设置打断的个数 (Num seg) 为 3, 用鼠标左键单击主菜单区中的 Do it 菜单项。

4) 在 3D 绘图状态下, 在打断点上绘制点 P1 和 P2, 如图 1-10a 所示。

5) 选择绘图面 (Cplane-Entity-Solid face), 如图 1-10a 所示 S1 面。

6) 绘制圆 (Create-Arc-Circ pt+dia), 直径为 10, 圆心分别为图 1-10a 中的 P1 和 P2 点。

7) 剪切拉伸 (Solid-Extrude) 孔, 如图 1-10b 中的 H1 和 H2。



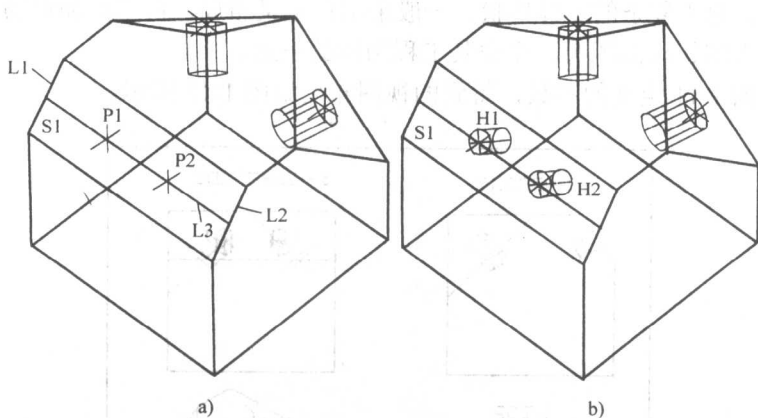


图 1-10

### 1.1.2 工程图的生成方法

MasterCAM 的工程图是由实体自动生成的, MasterCAM 系统提供了产生各种视图的基本方法, 通过本节的实例, 读者可对 MasterCAM 的工程图生成方法, 有一个基本的了解。

#### (1) 基本三视图的生成

选择 Solids-Next menu-Layout, 则出现如图 1-11 所示的对话框, 用于定义图样尺寸、视图缩放比例、视图的布局方式等, 系统提供了两种基本的视图布局方式, 即 DIN(第一视角)、ANSI(第三视角)和 User defined(自定义), 提供了 8 种基本视图, 用数字表示, 其对应关系如下:

- 1—俯视图 (TOP)
- 2—主视图 (FRONT)
- 3—后视图 (BACK)
- 4—底视图 (BOTTOM)
- 5—右视图 (RIGHT SIDE)
- 6—左视图 (LEFT SIDE)
- 7—轴测图 (ISOMETRIC)
- 8—等轴测图 (AXONOMETRIC)

用户也可以根据需要自定义视图, 用自定义布局的方式, 将自定义视图填加

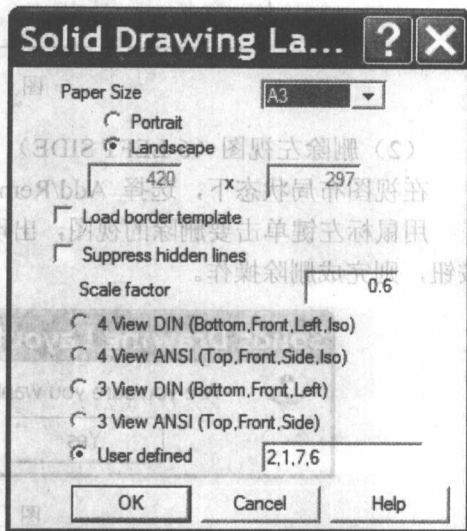


图 1-11