

第八章 曲面设计和曲面雕刻

教学内容和目的:

- 1、对曲面的认识
- 2、如何对曲面进行分析
- 3、如何确定曲面造型方法
- 4、曲面造型基本的使用方法
- 5、曲面雕刻

8.1 曲面设计

教学提示:

前面我们对平面高频模的设计及雕刻进行了详细的讲解，接下来要讲曲面的设计及雕刻，如何过渡，且承上启下，是非常关键的。

这里引入曲面高频模，目的有三：

一是讲解的必要性，在“高频模”这个行业里，曲面高频模应用较广，且有越来越多的趋势，讲解曲面高频模，是必须的。

二是讲解的完整性，前面我们花了大篇幅对平面高频模进行了讲解，接下来讲解曲面高频模顺理成章，一气呵成。

三是承上启下，为了下面几个行业的讲解奠定基础。

教学重点:

对学员进行“曲面设计”的培训向来是比较困难的，那么如何来培训呢？应该坚持以下三个原则：

- 1、力求简单明了，只讲曲面的基本构成。对曲面的构造方法要简单介绍。
- 2、把重点放在对产品曲面形态的分析上，通过分析，找出构成曲面的特点。
- 3、根据学员所从事的行业所需，讲课适可而止，“够用”即可。

8.1.1 引子

准备:

- 1、平面高频模及其压制的产品
- 2、曲面高频模及其压制的产品
- 3、其他行业中具有曲面的例子

引子:

平面高频模通过超声波高频机热压将模具的图形翻印到皮革上，皮革受压或自然膨胀呈现出凹凸形态，但是“起鼓”部分由于是自然成型为“曲面”形态，其效果比较模糊，如果要求压制后的产品“曲面”部分棱角清晰、饱满，立体感强，表面形态丰富，就必须使用曲面高频模来压制，有时还要使用“阴阳”曲面高频模。讲解过程中要配合样品。

那么，曲面高频模如何设计、雕刻呢？

接下来我们就开始讲解其设计和雕刻的方法。

首先讲解“曲面”的设计方法。

8.1.2 对曲面的认识

讲解重点

- 1、引入曲面的概念，让大家知道什么是曲面
- 2、粗略讲解曲面的分类，让学员大体了解

准备

准备充足的教具：球体、长方体、浮雕“榕树”等

引子

“面”，顾名思义，就是物体的表面，任何物体都有“面”。

“曲面”是构成物体“面”的基本元素，物体的表面是由各种各样的曲面构成的。

（指着一张纸）大家都知道这是个平面。
（把纸弯曲成圆柱状询问）圆筒？圆柱？对，我们可以把它看作“柱面”。

长方体有六个面：上下左右前后。

（指着一个球体）大家都知道这是个球面。

（指着酒瓶）大家知道这是什么“面”吗？（学员可能没有回答）

（指着浮雕“榕树”）大家知道这又是什么“面”吗？（学员可能没有回答）

不知道！？现在我们就把面分分类。

第一类 标准曲面

我们把那些形状非常规则的曲面叫标准曲面，比如球面、柱面、环面、圆锥面、椭球面等（出示教具）。

这类曲面的特点：规矩、对称，具有中轴线，如图 8-1 所示。



图 8-1

第二类 几何曲面

我们把那些形状比较规则，具有明显的几何特征的曲面叫几何曲面，这类曲面的特点：有明显的轨迹特征和截面特征。截面线、轨迹线按照某种规律运动生成曲面。

比如花瓶面，我们就可以把它看作是花瓶的截面线绕着中心线旋转一圈得到的，这就是旋转面。

又比如：一张弯曲的纸，这两条边是通过直线一一连接的，这就是直纹面。

几何曲面由于截面线形状、轨迹线形状可任意构造（包括在空间的变化），因此可构造出各种丰富的曲面。如图 8-2 所示。

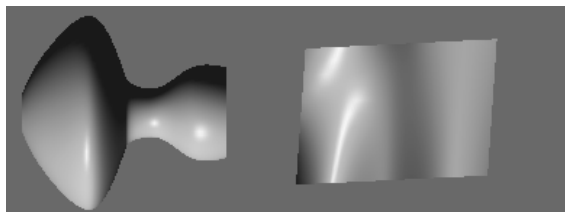


图 8-2

第三类 艺术曲面

艺术曲面造型是一种自由造型方法，它没有明显的几何特征，它主要根据文字或花纹图案的区域边界和相应的截面形状确定曲面的实际形状。艺术曲面的特点是：各处截面形状相似或对称，曲面以中心线对称（配合挂图讲解）。如图 8-3 所示。



图 8-3

第四类 纹理曲面

纹理曲面，顾名思义就是由纹理构造的曲面。如图 8-4 所示。

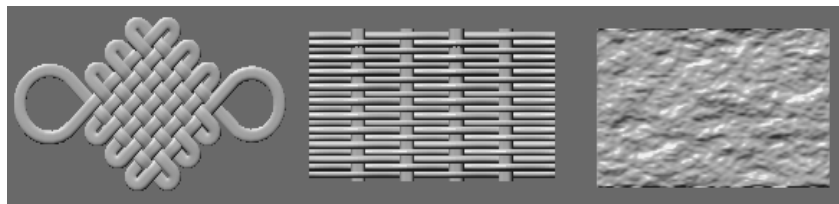


图 8-4

以上这四种面是基本曲面，任何一个产品的曲面有可能是由上面四个面中的一个构成的，也有可能是这四个面的组合。

那么，给你一个产品，如何来设计它的曲面呢？

有两点：

第一点：分解这个产品，根据曲面的特点，把产品分解为四种曲面的一种！

第二点：分析每种曲面，找出其结构特点，正确构造其结构线（截面线、轨迹线或轮廓线）

接下来我们首先讲解“如何分解曲面”，获取产品的曲面信息。

8.1.3 如何构造曲面

8.1.3.1 简单曲面

我们把曲面构成相对单一、直观，属于前面讲到的四种曲面中的一种的产品，归为简单的产品，这种产品基本不用进行曲面分解，对于这种曲面，我们要把重点放到对曲面的分析上，正确绘制其结构线（截面线、轨迹线或轮廓线）。

选讲六个例子中的一个或几个（这里不作详细介绍，教师根据教具进行讲解）：

一个例子使用标准曲面：简单的演示一遍

一个例子使用艺术曲面：主要讲构成“曲面区域”的轮廓线及截面线

一个例子使用几何曲面：重点讲解轨迹线与截面线的获得过程（空间曲线）。

一个例子使用放样曲面：讲完几何曲面后，再讲放样曲面，容易理解，告诉他放样曲面与几何曲面的区别是：使用平面图形（轨迹线与截面线）获得空间造型。

一个例子使用曲面变形：重点讲投影变形。

一个例子讲曲面拼合：通过甲壳虫的讲解，介绍曲面拼合的过程。

8.1.3.2 复杂曲面

一、复杂曲面的分类

对于复杂曲面我们把它分为两大类：

实体曲面：即反映某一实物的曲面组，例如手机外壳、手表外壳等，属于空间立体造型，对于这类曲面有更加专业的造型软件构造，一般雕刻这种产品不需要我们造型，厂家会直接把原始曲面数据拷贝给我们，输入到 JDPaint 中，直接进行路径的生成即可。这里我们不作讲解。

艺术浮雕曲面：即通过浮雕曲面艺术的反映物体的特点，在国内外多种雕刻设计或曲面造型软件中，JDPaint 可谓是独具特色，它融合了传统和现代的多种浮雕理论以及表现技法，将电脑雕刻推向了浮雕时代，最为可贵的是 JDPaint 的浮雕界面是为中国人量身设计的，既容易上手，又清楚形象，是设计人或美术工作者不可多得的设计工具。（这里作为重点讲解）

艺术浮雕的应用比较广：广告浮雕标识、首饰、高频模、滴塑模、冷冲模等。

那么，如何根据实物设计浮雕曲面呢？

首先，要根据实物上每个曲面的特点进行分类，即对实物进行曲面分解。

为什么要对产品上的曲面进行特点分类呢？

其实我们所看到的产品，第一感觉肯定不是什么“几何曲面、旋转面、标准面、艺术曲面”等，而是在头脑中形成“点、线、块”的认识，其实，“点、线、块”概述了各种曲面的特点，这恰恰就是我们区分曲面、获取产品曲面信息的基础。这里我们就把“点、线、块”上升为“点面、线面、块面”，把它们作为“曲面”的特点分类。

- 1、块面：**块面指的是由一个或多个相对较大的区域所构成的面型，我们把每个区域看成块，因此称其为块面。
- 2、线面：**线面指的是随着两条边线的延伸，曲面横截面不断变化（包括相同、相似、不同）的一种面型，因为这种曲面类型中大部分外表形态呈线形状，所以称之为线面。
- 3、点面：**点面，顾名思义这种面一般相对小，不注重单一元素的曲面形态。呈点、细线或小斑花状，在曲

面构成中作纹理、杂质等部分。

比如说在“榕树”样例中，我进行分析可将“石头”“起鼓地皮”看作块面，将“树干”、“树枝”看作线面，将“树叶”看作点面来分析。

二、“点面、线面、块面”对应的构造方法

点面、线面、块面与 JDPaint 中的曲面的构造方法到底有什么关系呢？

是一一对应的关系！

根据点面、线面、块面的特点，我们可以分析出构造这些面的方法。

点面：注重的是“点”的构造，比较符合纹理曲面的构造特点，遇到点面我们应首先想到使用“纹理曲面构造方法”。

线面：注重的是“线”，即轨迹线和截面线的构造，比较符合“几何曲面”、“放样曲面”的构造方法。

块面：注重的是“块”，即轮廓的构造，比较符合“浮雕曲面”的构造方法。

关系如图 8-5 所示。

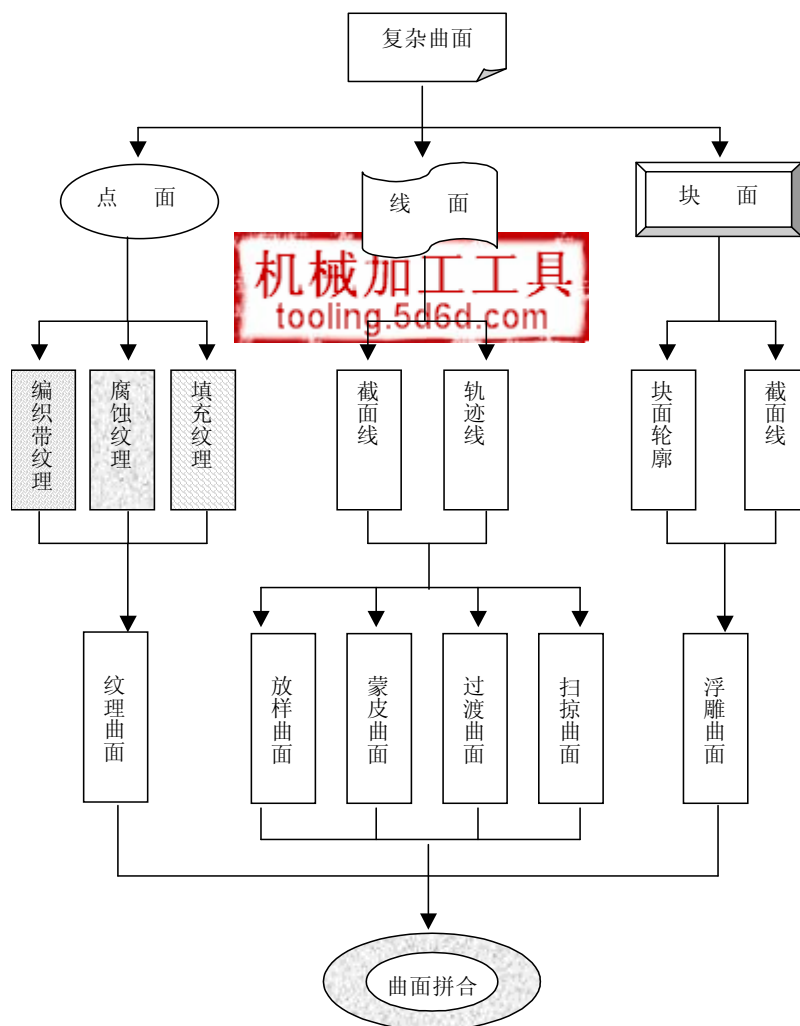


图 8-5

JDPaint4.0 对点面的设计提供了一个纹理库，对库中所有素材的单一元素都可以进行大小、高低、数目、间距等多个参数的编辑，当然对不同形态的点面，都可以通过块面或线面的构成方法得到，再进行此点面的其

它（如复制、阵列等）功能的编辑以达到纹理或花斑的设计效果。

线面是 JDPaint4.0 浮雕设计的一个最大特色和亮点，其通过放样浮雕功能和几何曲面中直纹、蒙皮、过渡等浮雕功能非常方便和优秀的构造各种线型曲面，并能把细节表现的淋漓尽致。

块面在设计上是难点，尤其是不规则面型。其曲面的分解显得很重要，如人的脸它由数十个以上的不规则块面叠加组合而成。JDPaint4.0 中的艺术曲面浮雕模块功能主要针对块面设计，块面的形态通过此模块的构造、拼合、变形等方法得到。

综上所述可以看出，只要将所设计对象进行三大面型的分解分析之后，再通过 JDPaint 的浮雕设计功能是很轻松达到目的的。

三、复杂曲面的构造实例

下面我们就通过“曲面高频模”的一个例子讲解曲面的构造技法。

例如：构造如图 8-6 所示的曲面。



图 8-6

按照以上我们讲解的思路，我们把它的构造过程分为三步：

- 一、对实物进行分解：根据“点线面”的特点对实物进行分解。
- 二、对曲面进行分析：分析每种曲面，找出其结构特点，正确构造其结构线，选择合适的构造方法。
- 三、构造并编辑曲面

1、分解实物

培训教师通过对实物的讲解，引导学员去分析。

按照“点线块”的方法直观地把实物进行分解。

块面 1：15 个圆冠作为块面。如图 8-7 所示。

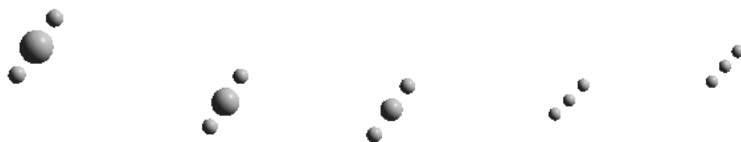


图 8-7

块面 2：平面一般作为块面来处理，使用外轮廓构造平面即可。如图 8-8 所示。



图 8-8

线面 1：实物上如下图所示的部分，曲面为“线状”，且上下边界线（轨迹线）不同，面的截面线是直线，构造直纹面即可。如图 8-9 所示。

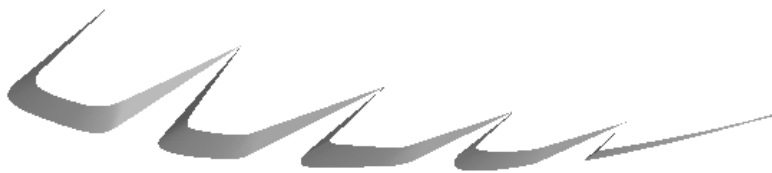


图 8-9

线面 2：“大斜面”部分，也具备轨迹线及截面线的特点。如图 8-10 所示。



图 8-10

2、分析曲面，选择构造方法

- (1) 对于球冠面，它的外轮廓就是圆，按照实物的大小绘制圆，然后直接使用“构造浮雕曲面”功能构造“椭圆截面”的曲面即可。但是，此组曲面紧贴着“大斜面”，所以，还要把它叠加到“大斜面”上。
- (2) 对于“平面”部分，绘制它的外轮廓，然后直接使用“构造浮雕曲面”功能构造“矩形截面”的 0 高度曲面即可。
- (3) 对于线面 1，它的上边界与“平面”的边界重合，也就是说，在同一个平面上，那么上边界我们就直接采用与“平面”重合部分的线段。

它的下边界在“大斜面”上，且在尖点处又与上边界重合，所以我们可以考虑使用投影的方法，把下边界的平面线投影到“大斜面”上得到下边界的空间曲线。

得到上下边界后，使用直纹面直接构造曲面即可。

注意：在构造过程中，最好把此曲面在“尖点”处分开，分别进行构造直纹面，使构造效果更好！

(4) 对于“大斜面”，细心的学员可以发现这个面有个折痕，而且这个折痕是有固定位置的，如图 8-11 所示，这样我们就在折痕处把“大斜面”分成左右两个面，分别进行构造。

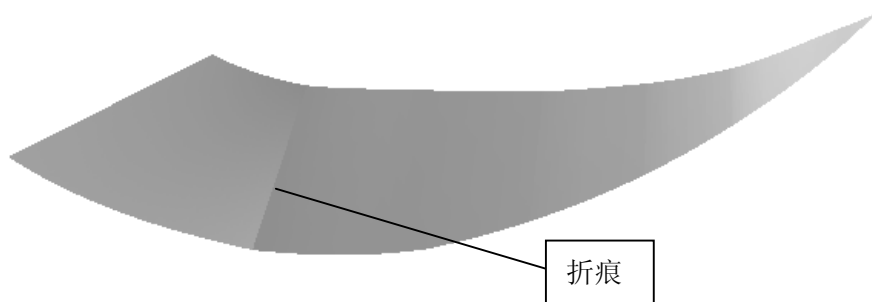


图 8-11

左边面上下边界（轨迹线）的获得方法：如图 8-12 所示，它的上边界比较有点，与“平面”的部分边界重合，可见，“左边面”的上边界在平面上，那么上边界我们就直接绘制平面曲线即可。如图 8-12 所示。

它的下边界是“空间曲线”，但是，我们却很难获得这条曲线，这时我们可以考虑使用“使用平面图形（轨迹线与截面线）获得空间造型——构造放样曲面”的方法，这样下边界我们也可以绘制平面图形。

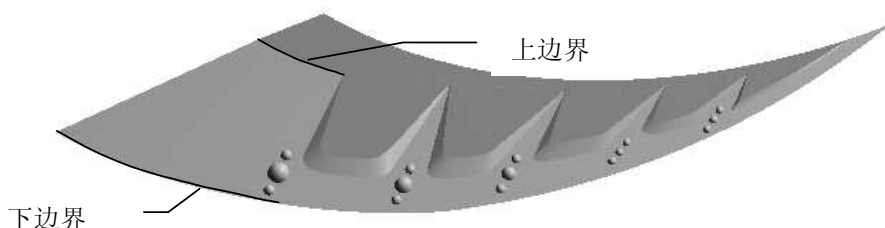


图 8-12

左边面左右边界（截面线）的获得方法：得到上下边界后，使用“放样曲面”构造曲面，必须获得“截面线”以及“截面线”所在的位置。观察实物我们可以发现“左边面”从最左边到最右边的变化规律：左边界斜率最小，右边界斜率最大，中间呈过渡状态，可以确定构造这个面的“截面线”就是这个面的左右边界，这样我们就可以通过测量实物，绘制左边界的斜线和右边界斜线，如图 8-13 所示。



图 8-13

但是这里要注意：构造“放样曲面”时，要正确选择“主轨迹线”、基点，使构造的曲面倾斜方向正确，且保证曲面的上边界在平面上。

右边面：同样使用“放样曲面”的构造方法，右边面的上下边界的分析及获得方法同“左边面”，此面的斜率是一样的，故只构造一个“截面线”即可，由于“右边面”与“左边面”在折痕处自然相接，即斜率相同，故“右边面”的“截面线”直接使用“左边面”的“右边界”即可，如图 8-14 所示。

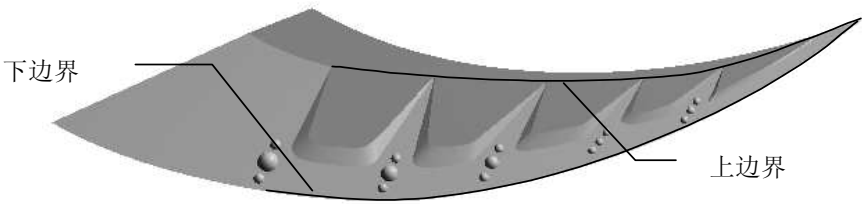


图 8-14

3、根据以上的分析构造曲面

- (1) 构造“平面”部分
- (2) 构造“大斜面”
- (3) 构造球冠面
- (4) 构造线面 1

8.2 曲面雕刻

教学目的：

通过本节的学习，使学员简单了解曲面的加工工艺。

教学重点：

曲面雕刻及其重要参数设置方法。



8.2.1 认识曲面雕刻流程

前边我们学习了曲面设计的一些方法，而且大家学着设计了一个曲面高频模的曲面模型，我们这节课的内容就要学习曲面雕刻了。在模具的设计和制造领域，我们首先需要得到曲面模型，接下来需要做的工作就是将它雕刻出来。这一点同我们学习平面雕刻时是一样的，曲面雕刻也需要选择刀具，定制加工方案，选择加工工艺参数等等。大家学会了曲面雕刻和平面雕刻的综合应用时，你就已经是一个具有基本技能的精雕机操作员了。下面，我们就具体讲解如何进行曲面雕刻。

大家先来看一下生成曲面雕刻路径的流程，如图 8-15 所示。

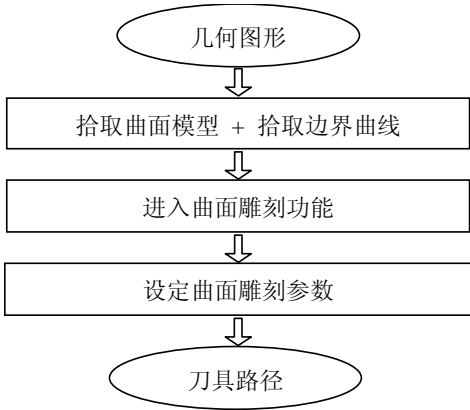


图 8-15

（培训教师先进行一个简单的曲面雕刻的演示，包括选择曲面和边界，设定刀具和参数，生成路径并加工模拟，让学员对上述流程有更进一步的理解。例子的演示过程如图 8-16 所示，注意，要强调选取边界的重要性，在后续讲解中，要给出选取边界不正确的对照例子。）

对于平面雕刻我们可以分为开粗和精修，在曲面雕刻中，我们可以生成曲面粗雕刻路径，用于快速去除毛坯的待加工材料，获得曲面模型的大致形状；也可以生成曲面精雕刻路径作为成型工序，用于加工出最后的曲面形状，如图 8-16 所示。

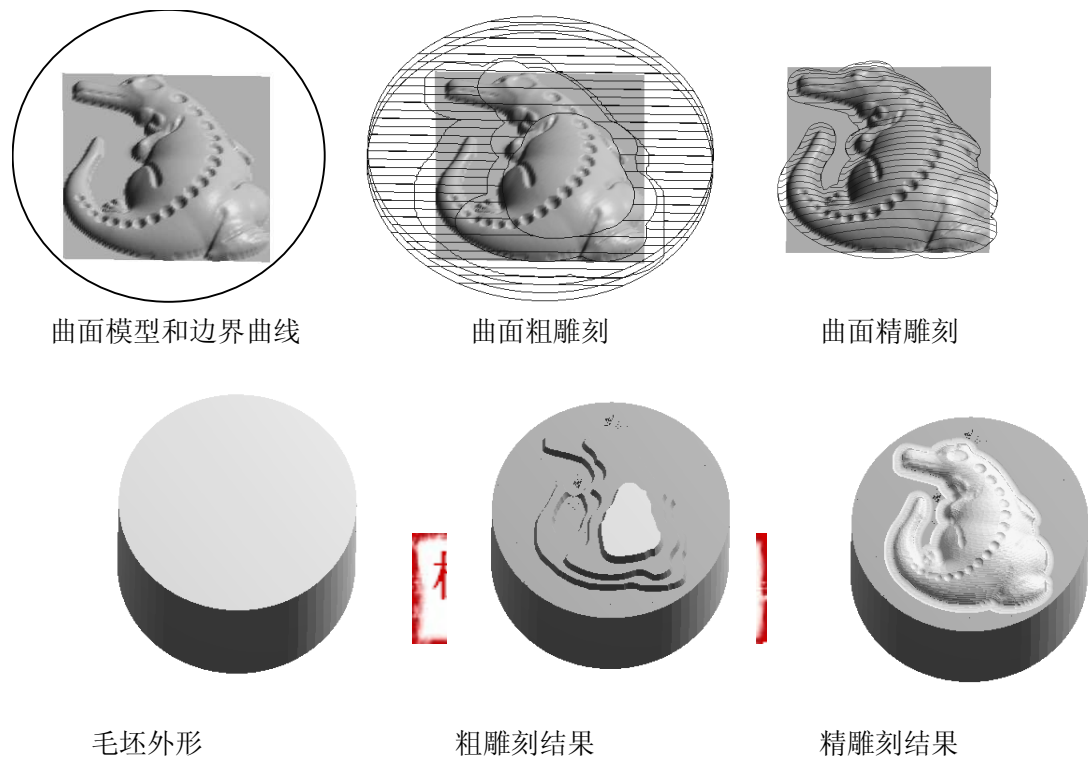


图 8-16 曲面雕刻过程

大家看到了，我刚才演示了生成曲面雕刻路径的过程，我们可以将它归纳为分三步走的方法，即“**选择需要雕刻的曲面和边界曲线——选择曲面雕刻刀具——设定雕刻参数**”。我们以后在设置曲面雕刻路径时就按这三个步骤去做，就可以了。

8.2.2 设置铣平面和区域雕刻工序

大家学习了曲面雕刻的一般过程，下面我们以大家设计的曲面高频模为例来详细学习如何生成曲面雕刻路径。大家再来分析一下这个高频模具和它压制的实物，如图 8-6 所示。

1、简单工艺规划

我们分析模具与实物的特点可以知道，这个模具的加工可以由以下几个工序完成，如表 8-1 所示。

表 8-1 曲面高频模加工工序表

工序编号	工序名称	加工目的	备注
1	铣平面	将坯料表面铣平	绘制一个矩形
2	区域加工	将区域雕刻一定深度，得到压紧边	分析确定雕刻深度为0.5mm
3	曲面粗加工	得到曲面大致形状	
4	曲面半精加工	减少留给精加工的残料	
5	曲面精加工	得到曲面最终形状	
6	轮廓切割	将模具从毛坯上切下	切割深度为材料厚度

我们规划好了这个模具的加工工艺，就需要按部就班的来生成刀具路径了，大家跟着我一步步的做。

2、生成铣平面路径

生成铣平面路径的步骤如下：

- ① 绘制合适的矩形，尺寸稍大于待雕刻区域。（要结合毛坯情况）
- ② 选取铣平面的矩形框，选择【刀具路径:: 区域雕刻】菜单，系统弹出区域雕刻对话框，这里选择刀具为[平底] JD-2.0 的刀具。
- ③ 设置参数，按照常规设置，雕刻深度定为 0，路径间距定为 1.2mm。
- ④ 确认参数后，单击【确定】按钮，系统将自动生成区域雕刻路径。

3、生成区域雕刻路径



我们通过分析实物可以知道，在进行曲面雕刻之前先要进行一个深度为 0.5mm 的区域雕刻，这样，在高频模切下来之后，形成一个压紧边。生成区域雕刻路径的步骤如下：

- ① 选取需要雕刻的区域，如图 8-17。

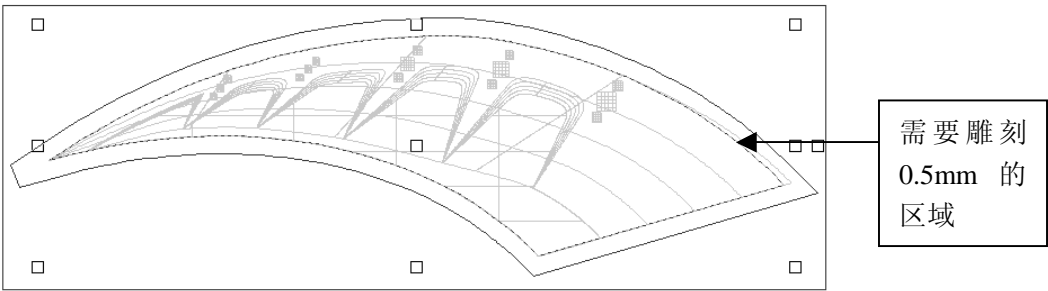


图 8-17

- ② 选择【刀具路径:: 区域雕刻】菜单，系统弹出区域雕刻对话框，这里我们使用的方法为平面高频模开粗加工、精修加工的工艺方法，选用刀具为[锥度] JD-20-2.0，[锥度] JD-20-1.0，[锥度] JD-20-0.4。具体设置见表 8-2。

表 8-2 区域雕刻加工工序表

工序编号	工序名称	工序内容	雕刻深度	使用刀具
1	开粗	开槽和快速去料	0.5	20°-2.0
2	精修 1	精修边角（区域修边和只加工清角）		20°-1.0

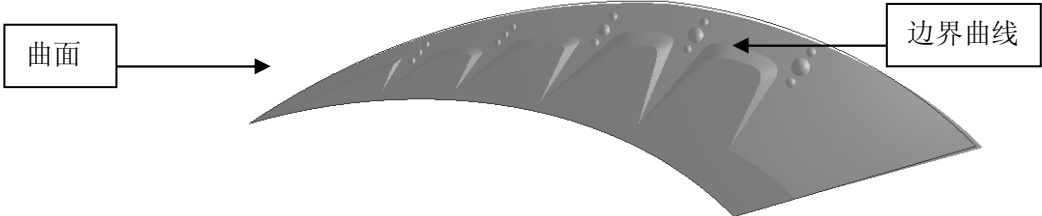
3	精修 2	精修边角（区域修边和只加工清角）		20° -0.4
---	------	------------------	--	----------

- ③ 设置参数，这个步骤是使用前边学过的方法来生成路径，加工深度为 0.5mm。对于不同刀具的开槽深度、吃刀深度可查表。
- （要求培训教师演示生成路径的过程，同时让学员复习平面高频模加工的方法）
- ④ 确认参数后，单击『确定』按钮，系统将自动生成区域雕刻路径。
- （如果对尖角要求不是很高，可以使用两把刀具完成这个步骤）

8.2.3 如何选择曲面和边界曲线

（这里需要增加一点小的过渡，即需要将曲面整体向下平移 0.5mm，保证曲面的最高点在-0.5mm 的位置上，这样才能保证平面路径和曲面路径一起输出。这里培训教师要详细讲解，让学员搞清楚曲面高度与区域雕刻深度的关系。）

经过上述步骤，我们要进入曲面雕刻了。大家看图 8-18 的曲面，这是我们已经构造出来的曲面高频模的曲面模型，我们要将它雕刻出来。



对于这个曲面我们进行雕刻路径的设置，首先要选中曲面和边界曲线。方法是同时选择所要雕刻的曲面和用于限定雕刻范围的边界曲线。在选取边界曲线时，大家要注意以下两个方面。

1、为什么要选取边界曲线

选取边界曲线是为了确定我们需要雕刻的曲面范围，如果选择了不同的边界曲线，将会得到不同的雕刻路径。

（培训教师可以简单演示这一点，演示方法为选取不同的边界生成刀具路径，并加工模拟，通过比较让学员明白选择边界曲线是为了限定曲面雕刻区域。）

2、选取错误的边界曲线会得到错误的雕刻路径

我们在做曲面雕刻时，不仅要选择边界曲线，而且要正确地选择边界曲线！大家注意，在进行曲面雕刻时**切记不要将曲面和所有的图形都选上去生成路径**，这样，得到的曲面路径是一塌糊涂的，不是我们想要的刀具路径。大家要记住：**只是在需要雕刻的部分加上一个外边界**。选取了错误的边界将会生成错误的刀具路径。

（培训教师演示这一点，并输出刀具路径进行加工模拟，通过正确的刀具路径和错误的刀具路径的比较加深学员对边界曲线的理解和重视程度）

对于这个曲面高频模，我们选择需要雕刻的曲面和限定雕刻区域的边界曲线，如图 8-18 所示。

8.2.4 如何选择曲面雕刻刀具

选择了需要雕刻的曲面和边界曲线以后，我们可以进入曲面雕刻参数对话框，开始选取雕刻刀具。

1、如何选择粗加工刀具

前边我们说过曲面粗雕刻路径用于快速去除毛坯的待加工材料，获得曲面模型的大致形状，这就需要我们选取一把相对较大的刀具进行曲面的粗加工。选择曲面粗雕刻刀具具有以下几个原则：

- 曲面粗加工一般使用平底刀或锥度刀；
- 加工金属时，刀具底直径不要超过 2mm，否则，刀具磨损太快。

对于我们这个例子，我们选择[锥度] JD-20-2.0 的刀具作为曲面粗加工刀具。

2、如何选择半精加工刀具

在精加工和粗加工之间，我们通常加上一个半精加工，这样做有什么好处呢？大家知道，粗精加工刀具直径差太大就会给精加工留下较多的残料，这样，精加工时容易引起断刀。增加一个半精加工路径，就可以解决这个问题。

从以上要求出发，我们需要选择一把相对较小的刀具，进行半精加工。选择曲面半精加工刀具具有以下几个原则：

- 曲面半精加工一般使用锥度刀或球头刀；
- 加工金属时，刀具底直径不要超过 2mm，否则，刀具磨损太快。

对于我们这个例子，我们选择[锥度] JD-20-1.0 的刀具作为曲面半精加工刀具。

3、如何选择精加工刀具

不同于曲面粗雕刻，曲面精雕刻路径作为成型工序，用于加工出最后的曲面形状。所以这个步骤我们考虑的是最后加工出的曲面清晰度是否合格，所以要使用一把相对较小的刀具进行曲面的精加工。选择曲面精雕刻刀具具有以下几个原则：

- 对于浅浮雕曲面，精加工一般使用球头刀，否则，效果不易保证；
- 对于一些复杂的非光滑浮雕曲面、复杂的花纹图案曲面，可以用锥刀雕刻；
- 曲面精加工如果使用锥度刀，则刀具的锥度要与前边选用的刀具锥度保持一致。

对于我们这个例子，我们选择[锥度] JD-20-0.4 的刀具作为精加工刀具。

8.2.5 如何设定曲面雕刻参数

我们确定了雕刻需要的刀具后，就需要设置合理的雕刻参数，最终得到最优的刀具路径，先来设定粗雕参数。

1、如何设定曲面粗加工参数

我们可以认为曲面粗雕刻是曲面雕刻的开粗工序。为了提高加工效率，我们可以进行分层加工，所以我们通常采用分层行切的走刀方式。

所以我们设置粗雕刻参数如图 8-19 所示。



图 8-19

使用 20° -2mm 的刀具进行曲面高频模粗加工的参数解释见表 8-3 。

表 8-3 使用 20° -2mm 的刀具进行曲面高频模粗加工的参数

工序	主要参数	取值范围	取值说明
曲面粗加工	吃刀深度	0.5 mm	
	重叠率	75%	可确保加工顺畅，残留量较小
	路径间距	0.5mm	
	走刀方式	分层行切	曲面粗加工通常选择分层行切方式
	行切角度	0°	对于个别 Y 向较长的区域使用 90°
	表面余量	0mm	一般不使用表面余量
	侧面余量	0mm	一般不使用侧面余量

（在讲解参数设置时，有些参数可以只告诉学员就这样去设置。可以简单讲解走刀方式，主要是分层行切和投影加深的不同应用。从适用材料、加工效率、效果、残料情况等方面分析。）

2、如何设定曲面半精加工参数

我们刚才使用 20° -2mm 的锥刀生成了曲面粗加工的路径。大家想，接下来，如果我们直接使用 20° -0.4mm 的锥刀生成曲面精加工路径进行加工，可能会出现什么问题呢？

（前边学员经过一个阶段的学习，已经知道了简单选刀规范和残料情况，所以，向学员提出这个问题，并让他们思考并回答）

由于两把刀具直径差比较大，这样，粗加工留给精加工的残料就会太多，精加工时，很可能出现断刀的情况。这样，我们就很有必要增加一个半精加工工序。这里我们使用 20° -1mm 的锥刀生成半精加工路径，参数如图 8-20 所示。



图 8-20

使用 20° -1mm 的刀具进行曲面高频模半精加工的参数解释见表 8-4

表 8-4 使用 20° -1mm 的刀具进行曲面高频模半精加工的参数

工序	主要参数	取值范围	取值说明
曲面精加工	重叠率	65%	可确保底面粗糙度
	路径间距	0.35mm	
	修边一次	选择	
	修边量	0.03mm	可确保侧边光滑
	表面余量	0mm	
	侧面余量	0mm	
	走刀方式	平行截线走刀	按照曲面精加工走刀方式
	路径角度	90°	选择曲面坡度变化较大的方向作为走刀方向
	往复走刀	选择	提高加工效率
	斜面雕刻	不选择	

（要告诉学员曲面半精加工路径是按照曲面精加工方式生成的，在讲解参数设置时，有些参数可以只告诉学员就这样去设置。）

3、如何设定曲面精加工参数

曲面精加工是最后的成型工序，这里它的任务有两个方面，一是保证曲面的清晰度，这是由刀具大小决定的，一是保证曲面的粗糙度，这是由刀具类型和路径间距决定的。在前边我们已经选择了精雕刻刀具为[锥度] JD-20-0.4，这里设置参数时，就需要注意走刀方式和路径间距。

根据上述出发点，我们设置曲面精加工参数如图 8-21 所示。



图 8-21

使用[锥度] JD-20-0.4 进行曲面高频模精加工的参数解释见表 8-5 。

表 8-5 使用[锥度] JD-20-0.4 进行曲面高频模精加工的参数

工序	主要参数	取值范围	取值说明
曲面精加工	重叠率	75%	可确保底面粗糙度
	路径间距	0.1mm	
	修边一次	选择	
	修边量	0.03mm	可确保侧边光滑
	表面余量	0mm	
	侧面余量	0mm	
	走刀方式	平行截线走刀	曲面精加工通常选择平行截线走刀方式
	路径角度	90°	选择曲面坡度变化较大的方向作为走刀方向
	往复走刀	选择	提高加工效率
	斜面雕刻	不选择	

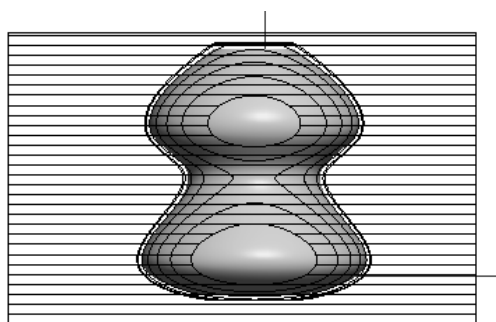
（在讲解参数设置时，有些参数可以只告诉学员就这样去设置。可以简单讲解走刀方式，主要是平行截线走刀和径向放射的不同应用。主要从不同曲面形状来讲解。同时要讲解走刀方向 0°、45°、90°的应用，原则是选择曲面坡度变化较大的方向作为走刀方向。）

（在生成路径时，要求学员将计算设置中的“允许圆弧走刀”去掉。）

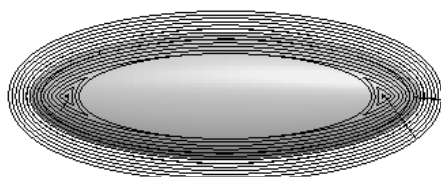
4、如何选择走刀方式

我们在前边选择了曲面粗加工、半精加工和精加工的走刀方式，现在我们来集中讲解一下，曲面雕刻中，如何选择走刀方式。

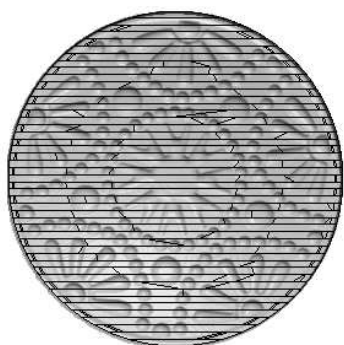
大家先来看曲面粗加工的走刀方式，一共有三种：分层行切、分层环切、投影加深。不同的走刀方式的加工特点不同，适用于不同的曲面粗雕刻场合，如图 8-22 所示：

**分层行切的特点:**

- ① 每层路径按照行切方式走刀;
- ② 雕刻残留量随吃刀深度的增大而增大,但不受路径重叠率的影响;
- ③ 雕刻效率较高;
- ④ 分层行切主要用于比较平缓的简单曲面,粗切量比较大,粗切区域比较开阔的情况。

**分层环切的特点:**

- ① 每层路径按照环切方式走刀;
- ② 雕刻残留量随吃刀深度的增大而增大,但不受路径重叠率的影响;
- ③ 分层环切主要用于比较平缓的简单曲面,粗切量不大,粗切区域比较狭窄的情况。

**投影加深的特点:**

- ① 每层路径随曲面表面走刀;
- ② 雕刻残留量小;
- ③ 雕刻残留量不会因吃刀深度而变化,但受路径重叠率的影响,路径重叠率越高,残留量越小;
- ④ 投影加深主要用于比较复杂的模型。

图 8-22

结论: 对于一些简单曲面或加工软材料(黄铜、紫铜、铝合金等)时通常使用**分层行切**进行粗加工,对于一些比较复杂的曲面或加工硬材料(45号钢、铬钢等)时通常使用**投影加深**进行粗加工。

(培训教师要讲解不同走刀方式的残料情况,通过对比来说明不同走刀方式的特点和适用范围)

对于曲面半精加工和精加工路径都是按照曲面精加工的方案生成的,所以,我们来看一下曲面精加工的走刀方式,包括平行截线走刀、环绕等距走刀、径向放射走刀、曲面流线走刀等四种,根据曲面的形状选用合适的走刀方式可以有效的改善加工质量,提高加工效率。我们只讲解最为常用的两种,平行截线走刀和径向放射走刀。

平行截线走刀方式生成的刀具路径在XY平面的投影是一条条的平行线,类似于区域雕刻过程中的行切路径,在三维空间,路径在一个垂直的平面内,所以有些系统也称它为平面式走刀。因为刀具在加工过程中主要在同一平面内运动,所以运动比较平稳,是曲面加工过程中最常用的走刀形式。

径向放射走刀用于雕刻圆盘状曲面模型,曲面的坡度变化具有明显的中心放射特征。

结论: 多数曲面都可以使用**平行截线走刀**进行曲面精加工,走刀方向选择曲面坡度变化较大的方向,通常选择 0° 、 45° 、 90° 作为走刀方向。对于圆盘状曲面模型,曲面的坡度变化具有明显的中心放射特征,这样的曲面可以采用**径向放射走刀**进行曲面精加工。

(培训教师要结合不同特征的实例,通过对比的方法,将不同的走刀方式以及与之相关的常用参数进行讲解。)

8.2.6 设置轮廓切割工序

我们最后要做的工作是将高频模从毛坯上切割下来,所以,要有轮廓切割路径。生成轮廓切割路径的步骤如下:

① 选中待切割轮廓,如图 8-23 所示:

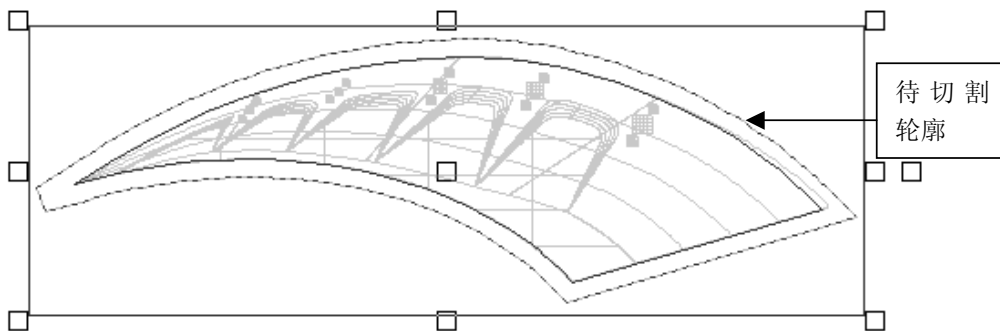


图 8-23

② 调用轮廓切割功能,设置参数。选择刀具为[平底] JD-2.0,吃刀深度为 0.5mm,雕刻深度为毛坯厚度。

注:设此例毛坯厚度为 8mm,轮廓切割[吃刀深度]采用“双边切削”深度。

上述刀具路径生成要分步骤进行,重点把握区域关系和层次关系。



8.2.7 输出刀具路径加工模拟

对于平面的刀具路径我们在输出的时候,注重的是 X、Y 输出原点,曲面刀具路径输出时,不仅要重视 X、Y 输出原点,还要重视 Z 输出原点,这样才能保证加工的正确性。

如何选择 Z 输出原点: 我们可以要求学员形成这样一个规范,将曲面移动到零平面以下或它实际的位置(比如本例中,曲面最高点在-0.5mm 的位置),这样,平面路径和曲面路径同时输出时,Z 输出原点可以选择“自定义, 0”。

加工模拟效果如图 8-24 所示。

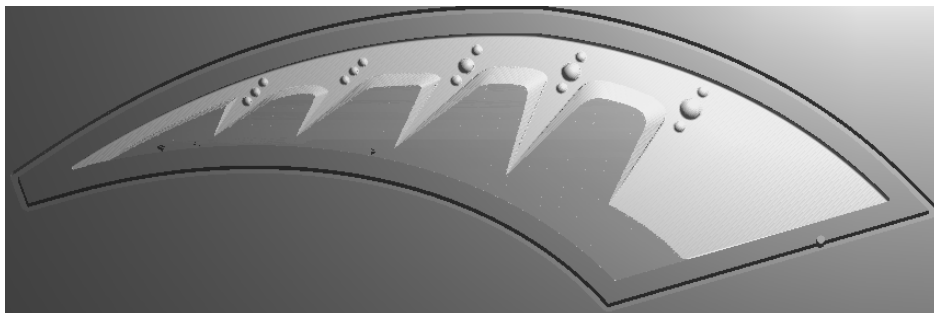


图 8-24

8.2.8 实际雕刻

我们一步一步的生成了这个曲面高频模的刀具路径,需要实际加工了。我们总共用了四把刀,在加工时,加

工工艺参数如表 8-6 所示。

表 8-6 曲面高频模加工工艺参数表

工 序 编号	工序内容	使用刀具	走刀速度 (米/分)	落刀速度 (米/分)	落刀延迟 (秒)	Z 轴行程 (mm)
1	铣平面	[平底]2.0	2.4	0.4	0.4	1
2	区域加工	[锥度]20° -2.0, 1.0, 0.4	查找《加工 工 艺 参 数 表》	0.4	0.4	1
3	曲面粗加工	[锥度]20° -2.0	2.4	0.4	0.4	0.5
4	曲面半精加工	[锥度]20° -1.0	2.4	0.4	0.4	0.5
5	曲面精加工	[锥度]20° -0.4	2.4	0.4	0.4	0.5
6	轮廓切割	[平底]2.0	1.8	0.4	0.4	1

