3 三维滑坡模型

3.1 三维滑坡模型组成

滑坡是由不连续界面分隔的不规则地质体的组合，是三维空间实体。用实体模型表达一是模型生成困难，二是难以进行可视化显示；另一方面，在滑坡分析中，更注重的是各种地质界面的空间分布，如滑动面位置和形状、地下水、层面等，基于面对象的三维模型在可视化方面更简单、更明了。本文已完成的三维模型是基于面对象表达的三维结构模型。

利用遥感技术或其它方法获得滑坡三维地形模型，通过地质调查和工程勘探方法取得地质资料，并形成三维滑坡地质模型，在此基础上，采用面向对象的方式按由滑坡表层向里层的顺序生成，总体结构可分解如下：

- 三维滑坡模型
  - 三维地形模型
  - 三维地质模型
    - 层面对象
    - 滑动面对象
    - 断层对象
    - 地下水位
    - 软弱结构面

图 3- 1　三维滑坡模型

用面对象来描述三维滑坡模型内的地质体：滑坡体滑动部分，可以看作是三维地形模型的地面对象与滑动面对象两个对象包围的部分，同样，岩层可以由其上、下面对象加上适当的边界条件构成。

3.2 三维滑坡模型的可视化研究

在二维地质研究中，地质体的显示可以方便地在平面图形上表示出来，无论是以图形还是以图像的形式，其表达都是具体的，现有的 GIS 软件基本都具备了完善的图形显示能力，但在三维模型中，由于地质体之间复杂的三维空间特征，三维模型的可视化表达比较困难。

三维滑坡模型使用三维空间坐标，但其最终表示为可视的二维计算机图像，三维滑坡模型的可视化就是要将描述滑坡的各种地质数据的三维空间坐标通过各种变换和计算机处理，变为屏幕表达的二维计算机图形的过程。三维滑坡模型的可视化包括以下几个方面：坐标转换、颜色模型设置、光照模型、消隐处理、纹理映射等。

3.2.1 坐标变换

坐标变换把模型中的三维空间物体从三维坐标系（X，Y，Z）转为屏幕坐标系（x，y）。转换过程通过矩阵操作完成，具体的转换过程见图 3- 2。

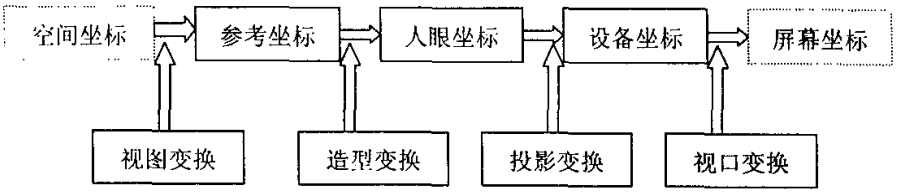


图 3- 2 三维空间坐标到二维图形的转换

具体的转换可分为三种操作：

1) 通过矩阵相乘实现了物体的平移、缩放、反射、投影（正交/透视投影，在三维滑坡模型中，可采用透视投影或正交投影方式）。
2) 裁剪操作：最终的图形是在一个窗口中绘制的，位于此显示窗口之外的部分要进行裁切。
3) 三维坐标与屏幕坐标之间的变换（视口变换）。

在图 3-2 中的变换过程中，仅对*(X, Y)*坐标操作就可以确定在屏幕上要绘出的图像，变换过程中包含了对 *Z* 值的变换，变换后的 *z* 值反映了物体上各点的深度（距观察点或距屏幕的远近），对于消除隐藏面具有重要作用。

3.2.2 颜色模型

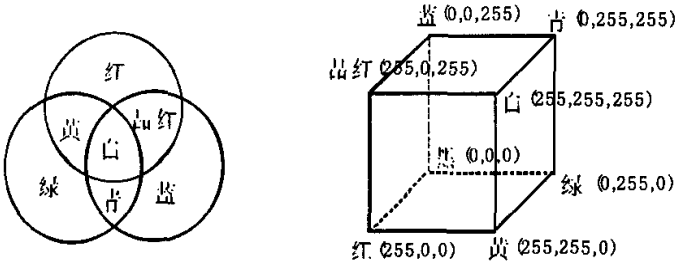
三维物体经过空间变换，得到屏幕上的二维坐标，从而建立了物体的二维框架，要使其成为具有真实感的图形，必须正确地设置物体的颜色。关于物体的颜色，一方面取决于物体本身，另一方面取决于光源、环境颜色和采用的视觉系统(孙家广等，1998)。计算机显示系统采用三原色系统，以红、绿、蓝为基色，其它颜色由适当比例的基色混合而成，可以表示为：

$$C = rR + gG + bB$$

式中：*R*、*G*、*B* 分别为原色光，*r*、*g*、*b* 分别为相应颜色的比率。

颜色模型是指三维颜色空间中的一个可见光子集，包含了某颜色域以外的所有颜色。常用的颜色模型有：*RGB* 颜色模型、*HIS* 颜色模型、*CMYK* 颜色模型、*HSV* 颜色模型。

(1) *RGB* 颜色模型



(a) 三色迭加效果　　(b) 颜色立方体

图 3- 3 *RGB* 颜色模型