2.2.2 三维矢量数据结构

(1) 面片结构

面片模型是用面元素组成物体表面，这些面元素可以有不同的大小和形状，面片模型存贮的数据包括：面片的组成顶点、各点的空间坐标、面片之间的拓扑关系。不规则三角网是最常用的面片模型，面元素形状为三角形，由于它有固定的结构而且处理方法简单因而在数字地形模型中常用。

(2) 边界表示

边界表示是用元素点、线、面、体等四种预定义的元素表示物体。边界表示存贮的数据类型包括：元素类型的标识符、元素的几何数据、元素之间的联系，其存贮空间的大小和采用的边界元素的数量成正比。

不能用简单的解析数学函数来描述自由面，可以用 B 样条函数来描述，这样，边界表示方法既可以用于表示规则形状的物体，也可以表示自由曲面等不规则形状的物体。

(3) 非均匀有理 B 样条函数

非均匀有理 B 样条函数是 B 样条函数的一种，它具有如下特点：

1) 保留了 B 样条函数的全部优点。
2) 具有透视不变性，控制点经过透视变换后生成的曲面，与未经过透视变换的控制点生成曲面后再进行变换得到的曲面是等价的。
3) 精确表示球面等形状，与 B 样条曲线对球面形状的近似表示相比，非均匀有理 B 样条曲面可以精确表示球面等形状。
4) 更多的控制自由度，可以用来生成多种形状。

利用非均匀有理 B 样条函数表示三维曲面，可节省存贮空间，计算机处理简便易行，并可保证曲面的唯一性和几何不变性。

(4) 结构实体几何表示

用预先定义的具有一定形状的基本体素的组合来表示三维对象，基本体素之间的关系包括几何变换和布尔操作。通常一个物体的几何实体表示可以用一个布尔树形式的组合操作来得到。

由于对象可以通过简单的构模语言交互建立，同时，布尔操作和几何变换也很方便，该方法成为 CAD/CAM 中最常用的构模技术。由于边界和面在结构实体几何表示中没有明确定义，因而从几何实体表示中产生图形较困难，通常与边界表示法相结合使用。

(5)不规则四面体

不规则四面体是不规则三角网在 3*D* 空间的扩展，以不规则四面体作为最基本的体元素，用相连但不重叠的四面体构成空间网格；这种方法既可以表示规则形状，也可以表示不规则形状。不规则四面体结构具有以下特点：

1) 不规则四面体是基于线性的组合，即整体的变换等价于每个面分别变换后的组合。
2) 不规则四面体是一种特殊的体元结构，具备体结构的优点，同时不需要体结构那样多的存贮空间。
3) 不规则四面体可以视作最简单的边界表示，一些边界表示的方法如拓扑

关系的快速处理也可用于不规则四面体结构。

4) 不规则四面体适用于快速显示，每个四面体相对观察点可看作是相对独立的，可以使用计算机图形学中的方法分别对每个四面体进行处理，通过隐藏面消除、对象前后关系排序等手段方便地绘制三维物体。

2.2.3 混合三维数据结构

由于三维地质体的复杂性，常用两种以上的数据结构综合表达，如可以用矢量表示和栅格表示方法相结合的方式形成混合数据结构以表达地质体，常见的混合数据结构有：

(1) 三维规则格网和不规则三角网模型混合数据结构

首先建立三维空间的三维规则格网，然后将不规则三角网转换到三维规则格网上，即在不规则三角网和三维规则格网之间建立联系；显示地质体表面时常使用不规则三角网，而在剖面、等值线等计算时多使用三维规则格网（李青元等，2001）。

(2) 八叉树/四面体格网混合数据结构

八叉树结构简单、操作方便，不规则四面体格网能够保存原始数据、能精确表示目标和复杂的空间拓扑关系，八叉树/四面体格网混合数据结构同时利用八叉树和四面体格网的优点，一方面，通过八叉树结点可以直接引导与之相关的四面体；另一方面，通过八叉树的八个顶点与内部的特征点相连接来形成局部四面体格网。在混合数据结构中，八叉树作为整体描述，四面体作局部表达（李德仁，1997）。

(3) 矢量与栅格集成的面向对象混合数据模型

根据空间对象的不同几何特征（点、线、面、体）和不同的描述方法（矢量、栅格），将空间对象分解为不同的类，并以这些类作为设计数据模型的基础。地学空间数据抽象为13类空间对象，包括结点、弧段、线状地物、面状地物、数字表面模型、断面、影像、体状地物、数字立体模型、体元、柱状地物、复杂地物、空间地物，采用面向对象方法进行数据模型建立（龚健雅，1999）。

2.2.4 三维滑坡模型的数据结构分析

矢量、栅格以及混合数据结构三种数据表达中，矢量结构有更高的数据表达效率和精度，但对物体内部特性的描述比较弱；栅格数据结构能够表达对象的内部结构，可以表示出物体内部的不均匀性，几何计算方便，但数据压缩率比较低，数量大，对物体表达精度较低。矢/栅混合数据结构，采用了矢量和栅格数据结构的优点，同时考虑了对象的表面和内部结构的描述，而在数据量和表达精度上都可满足要求，容易形成对各类地质体的准确描述。

滑坡研究中既要描述滑坡地形特征，又要确定滑坡的滑动面形状位置、地下水位、地层岩性和地层分布、地质构造，这些因素可抽象为空间分布的不连续面，这些不连续面把斜坡切割为不规则块体，斜坡可视为这些不规则块体的组合；每个不规则块体的物理-力学性质可看作为相对均匀的，可通过块体样品测试结果的统计平均得到。如果能够确定滑坡体内部的各种不连续面，就可以