2003 年两年用于三峡库区滑坡的研究、治理的专项费用就有 40 亿元。我国的滑坡分布具有量多、面广、规模大的特点，依靠传统的地质调查方法来研究滑坡，难以完全满足滑坡调查与防治的需要，现代遥感技术具有广域性、多时相、高分辨率等特点，既可以快速调查、动态监测，又能够详细描述地质现象，因此利用遥感技术进行滑坡研究，已成为滑坡研究的一种重要方法。

表 0- 1 2001 年 1 月 1 日-2001 年 12 月 30 日全国地质灾害统计

省 份	滑坡发生次数（次）	致伤人数（人）	死亡人数（人）
福建	1		1
甘肃	1		
广东	8	11	21
广西	9	10	13
贵州	3	4	10
湖北	4	2	5
湖南	1		
江苏	1		
辽宁	3	13	8
山西	1		
陕西	3		1
四川	10	1	12
新疆	1	2	
云南	9	32	45
浙江	3	26	11
重庆	5		82
西藏	1		
合计	**64**	**101**	**209**

（据 http://www.sina.com 中“滑坡”条目搜索结果统计）

0.1 滑坡研究现状

滑坡研究的目的就是认识滑坡的发育机理和运动破坏方式，并以此为基础确定滑坡的防治措施。滑坡研究可分为三个方面，一是滑坡表达，二是滑坡稳定分析，三是滑坡工程治理。目前这三个方面的研究还是以二维为主。

滑坡表达是滑坡研究的基础，目的在于描述滑坡体的空间分布特征、滑动面的位置和形态、滑坡体的物质组成和结构特征。目前滑坡空间分布特征的表达主要使用平面图，包括平面位置图、地形图、地质图等；平面位置图可给出滑坡的分布范围，地形图用于描述滑坡的地表形态变化，地质图反映滑坡地表的物质组成情况。剖面图表达滑坡某一剖面的结构特征，它是在地质勘探基础上，结合滑坡地质工作者的经验，经过地质解译后形成的；在剖面方向上，这是对滑坡结构的较合理、科学的表达；但在垂直剖面的方向上，这种表示具有

局限性，剖面图在第三维方向上只能作有限外推，难以得到第三维的准确结构特征；为了弥补这一点，需要在滑坡体上建立大量的纵、横剖面。有人利用剖面图建立立体剖面图，但立体剖面图在关联剖面之间的信息时非常困难。另外，用地质数据绘制剖面图时，使用的是样点之间的相对位置，而不是各样点的真实空间位置，对剖面之外的其它位置的数据的影响很少予以考虑。为正确表达滑坡的时空分布规律和内部结构特征，需进行滑坡三维表达研究。

滑坡稳定分析是对边坡的稳定性作出评价，预测滑坡产生变形破坏的可能性，研究其破坏方式和规模。目前滑坡稳定分析的方法包括：自然地质历史分析法、模型模拟方法、工程地质类比法、现场监测方法以及数学-力学计算法（张倬元等，1994.3，黄昌乾等，1999）。在实际滑坡分析中，常常是综合使用这些方法，并且最终归结到数学与力学计算上。根据计算使用的数学模型，滑坡计算大致可分为两类：一类是基于极限平衡理论的条分法，另一类是数值分析方法。

条分法将滑坡体分割为条块，并假定条块间的作用力方向或位置进行计算。这一方法发展历史较长，计算简单，工程中已有成功的经验和计算程序，目前还在广泛应用。条分法研究主要用于确定滑坡的最可能滑动面。一般将稳定性系数 *Fs* 视为滑动面坐标的泛函，用变分法或数值方法求该泛函的极值，*Fs* 最小的面即为最可能滑面。条分法一般沿滑坡纵剖面进行二维计算（*Hook，1977，Spencer，1979，Carber,1979，Sarma，1979，Baker，1980，Scavia etc.*，1990），对滑坡横向变化的影响未予以考虑，这在滑坡周界形状规则、滑坡体分布基本对称的情况下，能够代表滑坡的实际情况；但实际滑坡形态十分复杂，规则、对称的情况很少，因此二维分析难以正确反映滑坡的真实状态（*Zuyu Chen*，2001），要真正完整地进行滑坡计算，需要进行三维空间分析。

边坡稳定性计算的另一类方法是数值分析方法(有限单元法 *FEM*、边界单元法 *BEM*、离散单元法 *DEM*、有限差分法 *FDM* 等)。由于现代数学的发展和计算机性能的不断提高，数值分析方法得到了极大的发展，并进入成熟阶段。现阶段边坡稳定性分析的数值计算以二维计算为主；目前有一些三维计算如三维有限元、三维离散元等方法（王泳嘉等，1992，*D. Leshchinsky*，1985，*Chen ZY*，2001，张发明，2002，安关辉等，2002，），但这些计算仍有一定局限性，如三维结构形成还具有很大的随意性、模型可视化程度较低、模型修改困难等，在滑坡计算中未能广泛应用。

在滑坡的防治规划中，滑坡的各种图件目前多数也是以二维图形表示的；而在实际滑坡治理过程中，三维图形表达对工程施工的指导作用比二维表达要更直观、具体。

0.2 三维滑坡研究

由于二维表达的局限性，工程中很早就开始了三维建模研究。地质工程中的计算机三维建模开始于上世纪 60～70 年代，当时主要是基于 *CAD* 辅助功能进行地质图形绘制；随着计算机图形处理能力和显示功能的增强，特别是三维图形的显示和渲染技术的提高，三维模型的设计和建模水平也不断提高，进入