6 金龙山滑坡三维滑坡模型研究

6.1 金龙山滑坡概况

金龙山地区位于四川攀枝花市二滩，属横断山脉中断，金龙山滑坡位于二滩电站坝前左岸斜坡，斜坡高程介于1000～2700*m*之间；滑坡研究区在1730*m*高程以下，斜坡平均宽度700*m*，表面积约1.3km^2。斜坡上有攀枝花钢铁公司二滩粘土矿；斜坡东侧为金龙沟，该沟的沟口距二滩水电站坝轴线570*m*，距上围堰250*m*，距左岸导流洞入口80*m*。滑坡稳定性对粘土矿的安全和二滩水电站的正常运营至关重要（李沛，1991）。

金龙山斜坡为一顺向坡，坡向210°，坡度约30°，地层总体上呈单斜，倾向南，倾角35°，滑体的蠕滑方向主要为210°～220°，与坡向基本一致。

现场调查和地质勘探结果表明，斜坡主要地层有：

① 二叠系上统峨眉山组玄武岩($P_2\beta$)。

② 二叠系下统阳新组灰岩(P_1y)。

③ 梁山组粘土岩(P_1l)。

④ 石炭系石灰岩(C)。

斜坡具备滑坡发育的基本条件，在1000～1730*m*间发育有不同规模、不同性质的新、老滑坡（群）。控制滑坡发育的主滑控制面为二叠系下统阳新灰岩的底面、由二叠系上统峨眉山组玄武岩中的似层面发育而成的层间错动面、中缓倾角裂隙。根据滑坡的形成条件、发育阶段和运动变形状况，金龙山滑坡可分为三个区（图6-1），其中Ⅰ区为一个多级古滑坡区，ⅡⅠ区为巨厚层蠕滑区，Ⅲ区为浅—表层残坡积层滑坡区。

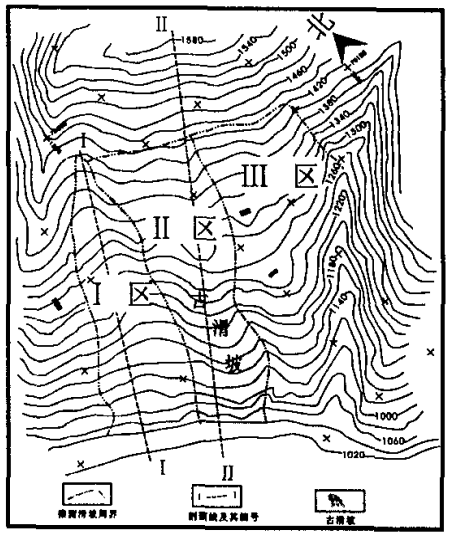

图6-1 金龙山滑坡地形图

在金龙山地区航空照片上，滑坡地貌形态独特，坡体与周围其它斜坡相比，地势偏低；研究区山体由高到低总体可分为三段，上段（1400～1600*m* 左右）坡体陡峻而平直，中段（1400～1250 *m*）变缓，下段（1250*m* 以下）坡度变陡。滑坡后缘形成横向槽谷。滑坡体由西向东的三个区中，Ⅰ区坡体表面相对平直，地貌上表现为顺坡向槽谷，有厚层松散堆积，如果饱水，可能出现牵引式复活；Ⅱ区为滑坡主体

部分，滑坡周界清晰，后壁清楚，坡体色调偏深，粘土矿大部分建筑都在这一部分，根据滑坡形态和地质调查，该区目前正处于滑坡形成的初期。III区地表覆盖层较浅，滑坡规模较小，对电站的危害主要是滑坡物质进入金龙沟后，可能转化为泥石流，危及电站左岸导流洞入口。

6.2 金龙山三维滑坡模型

金龙山三维滑坡模型的建立，目的就是利用遥感调查、工程勘察成果，形成数字化的、可视的三维模型，该模型能够直观显示滑坡的结果、反映滑坡真实的空间分布特征，并用三维滑坡模型进行相关的计算。

建立三维滑坡模型所使用的数据包括：遥感数据、大地坐标控制资料和地质勘探资料。

（1）遥感数据

遥感数据为1998年2月金龙山地区彩红外航空摄影资料，覆盖整个金龙山斜坡需要三张航片97010169、97010170、97010171，这三张航片按航向排列，航向重叠80%，见图6-2。通过彩色扫描，形成数字化航片，三张航片扫描精度精分别为50*um*、25*um*、50*um*。航空遥感数据主要用于地质解译、DE*M*生成、正射影像制作。

表6-1 1:10000万地形图上选取的大地坐标控制点

NO.	X	Y	Z
1	34478550.00	2967841.97	980.00
2	34477372.00	2968875.00	1150.00
3	34477715.62	2970197.20	1205.00
4	34477785.00	2968820.00	1240.00
5	34478005.00	2968750.00	1260.00
6	34478115.00	2968810.00	1275.00
7	34478315.00	2969165.00	1440.00
8	34478030.00	2969385.00	1470.00
9	34475682.00	2967941.86	1486.00
10	34478550.00	2969290.00	1518.00
11	34478555.37	2971279.83	1525.00
12	34478655.00	2969270.00	1525.00
13	34475710.00	2970392.34	1600.00

（2）大地坐标控制点

使用两种方式采集大地坐标控制点，一是70年代测制的1:10000地形图，由于二滩电站建设和粘土矿开采，金龙山斜坡地表变化较大，从地形图采集的控制点只能位于工程活动较弱的部位，共获取了14个大地坐标控制点，结果见表6-1；另一个控制点的来源是用实测GPS点，电站施工和金龙山变形监测，布置了大量的控制点，选取了以航空照片上能够分辨的16个点，使用GPS进行量测，结果见表6-2。