J02	26.8242	101.7714	34477273.63	2968220.85	1275
J04	26.8342	101.7756	34477689.80	2969328.15	1393
J05	26.8258	101.7669	34476832.13	2968406.33	1272
J06	26.8317	101.7728	34477413.19	2969051.63	1242
J13	26.8314	101.7756	34477689.26	2969020.36	1234
J20	26.8294	101.7781	34477937.39	2968804.47	1266
J6	26.8286	101.7789	34478020.07	2968711.99	1238
II03	26.8286	101.7786	34477992.45	2968712.04	1235
J15	26.8294	101.7797	34478103.06	2968804.18	1283
J7	26.8300	101.7814	34478268.85	2968865.45	1303
J12	26.8331	101.7825	34478379.88	2969203.83	1470
J11	26.8353	101.7797	34478104.18	2969450.54	1505
J16	26.8339	101.7769	34477827.80	2969297.13	1384
J9	26.8331	101.7758	34477717.19	2969204.98	1340
J14	26.8322	101.7772	34477855.09	2969112.40	1349

大地坐标控制点的主要作用是：（1）航片纠正，（2）工程勘探点坐标转换，由于工程坐标均是按库区相对坐标确定位置的，为使其与纠正的图像坐标一致，需要进行坐标转换。坐标系统采用 Gausser-Kruger 坐标，3 度分带，本区为 34 带，坐标系统参数为：

Project type: Transverse Mercator

Projection Ellipsoid: Krassovsky (A=6378245.0，B=6356863.0)

False East : 34500000

False North: 0

Latitude of Projection Origin: 0^0

Longitude of Central Meridian: 102^0

Scaling Factor: 1.0

3 地质资料

金龙山滑坡先后进行过多次地质工程勘察工作，基础资料为由钻孔资料整理得到的工程地质剖面图，建立三维模型使用了 26 条剖面，共 130 个钻孔的资料，见图 6- 3。

6.2.1 三维地形模型

三维地形模型的建立包括两项工作，一是建立表征地形空间形态的数字高程模型（DEM），二是生成表现地物特征的正射影像。

（1） *DEM* 生成

由于金龙山地区的地形图为 70 年代测绘的，再加上电站的工程建设活动和粘土矿的开采，地形变化较大，采用地形图扫描矢量化方法生成的 DEM 不能满足三维滑坡现势性的要求，为此基于摄影原理、利用遥感数据生成 DEM 的方法，生成反映滑坡目前状况的 DEM 模型。

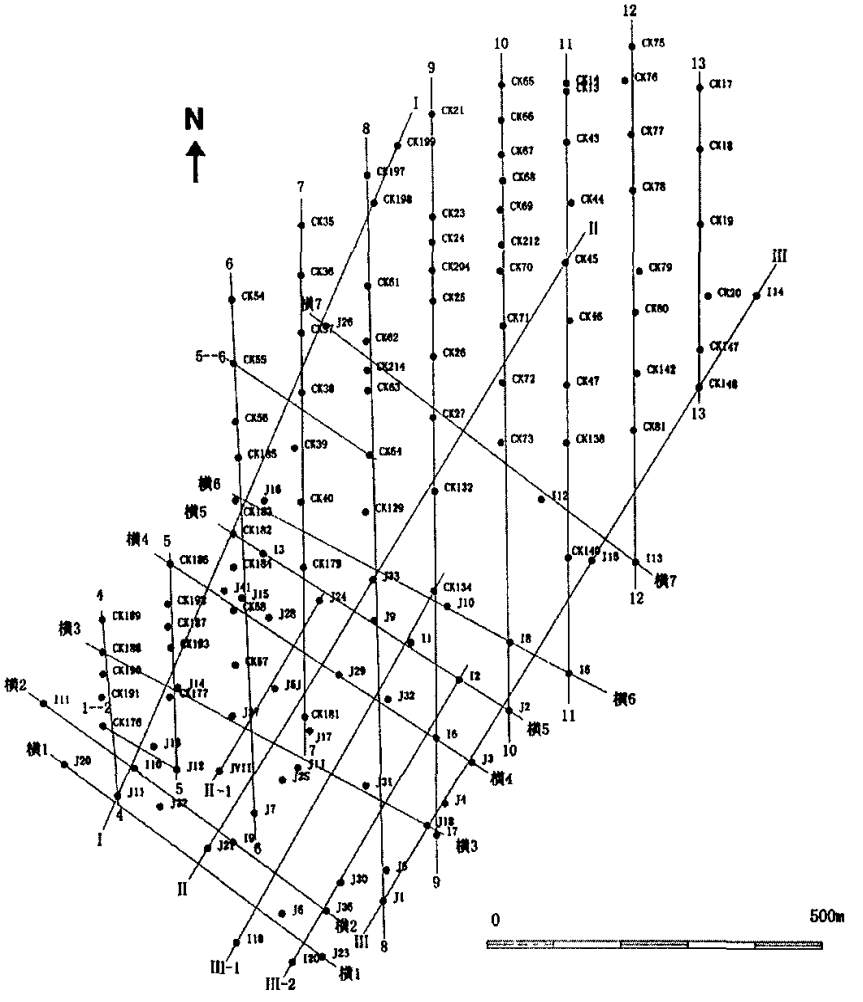

图 6- 3 钻孔及剖面号

金龙山斜坡 DEM 的具体生成过程在第 1 章中已详细描述，下面对其精度进行分析，图 1-5 给出了在航片 97010170 上叠加地形等高线后的情况，可以看出，由提取的 DEM 生成的等高线与斜坡体的地形基本吻合。图 6- 4 为地形图配准后与由提取的 DEM 生成的等高线叠加后的结果（位置位于金龙沟的上游），由图可见，生成的等高线与实际地形等高线在谷坡平直部分，十分吻合；但在地形变化较大的部分如沟底或坡脊处，生成的等高线略显平缓，其原因可能有以下几

点：①软件本身对地形的这种变化反映不够；②地形图是 70 年代测绘的，经过近 30 年的变化，沟谷本身发生了变化；③地表植被的变化，该区气候适于植物生长，经过多年后，植被生长影响了地形，尤其是在大比例尺情况下；④也可能是由于在提取 DEM 生成等高线的过程中，离散的 DEM 格点在连线时进行了平滑所致；⑤库区人类工程活动对地表的改变。例如图中左上角部分，在 DEM 生成的等高线上，此处地势平坦，但原地形图上此处为一斜坡，在航片上可见该处曾进行过大的平整工程。这表明利用航片生成 DEM，能够反映地形的现势性。

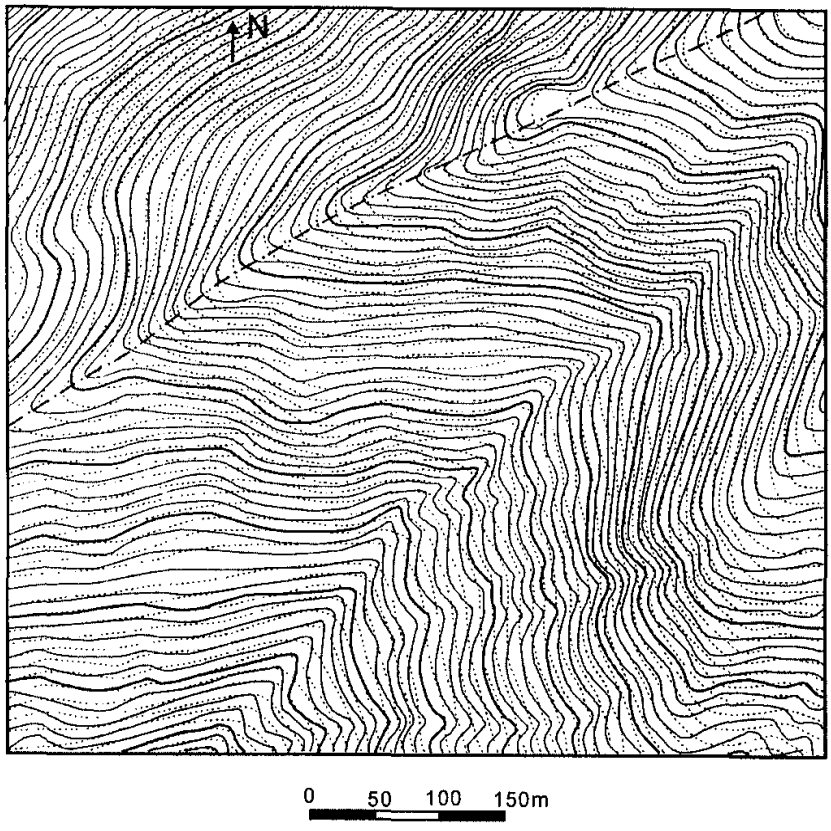

图 6-4 由数字摄影测量方法提取的 DE*M* 生成的等高线与实测地形图等高线的比较

（图中：虚线是由提取的 *DEM* 生成的等高线，实线为地形图等高线）

（2）正射影像制作

航空照片为中心投影成像，为了消除这种成像方式所带来的图像畸变，需要对航片进行正射校正。这一纠正利用摄影测量技术在数字化航片上借助数字高程模型进行完成。金龙山遥感数据的正射影像是在 *PCI* 的正射影像制作模块 *OEAE(OrthoEngine Airphoto Edition)*下完成的。

图 6-5 *(a)*、*(b)*、*(c)* 为三张航片正射校正后的结果，为了形成金龙山滑坡

及其周边的完整的地形模型，将正射后的航片进行镶嵌，得到图 6- 5 *(d)* 所示的金龙山斜坡正射影像。影像配准采用与数字高程模型相同的坐标系统（*Gauss-Kruker* 投影，3 度分带）

3 三维地形模型

利用数字高程模型和正射影像形成三维地形模型，如图 6- 6 所示。

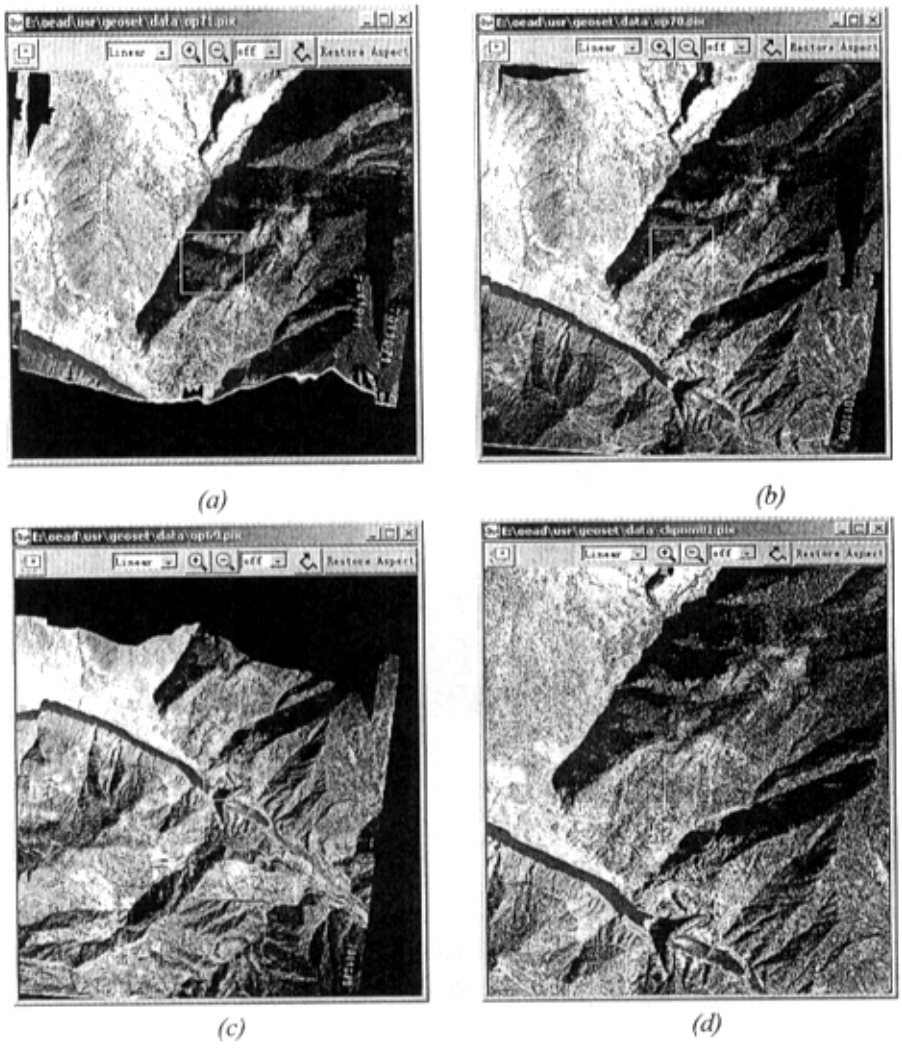

图 6- 5 金龙山滑坡航片正射纠正和镶嵌结果



图 6- 6 金龙山滑坡三维地形模型

6.2.2 三维地质模型

三维地质模型的建立，就是利用地质勘探资料建立表达滑坡内部结构特征的各种地质界面（不连续面）的数字表达。

（1）地层层面

利用 130 个钻孔的地层资料来形成地层层面对象，为数据处理方便，层面对象也采用栅格格式表达，与地形相比，层面起伏不大，相对较平坦。

层面的生成过程：利用钻孔孔口的三维坐标（所取得的钻孔位置为局部相对坐标，需要先将局部坐标转换为大地坐标）中的 X，Y 值，确定样点的平面位置，利用孔口的高程 Z 减去钻孔揭露的地层深度，得到层面在每个钻孔中的空间位置，每一个层面的所有样点进行内插，求得层面的数字表达。