

# 突发性灾害遥感应急调查与监测 进展与成果

中国地质调查局 基础调查部

二〇一〇年七月

# 目 录

一、项目背景 .....	1
二、取得的主要成果 .....	1

## 一、项目背景

我国是灾害发生频繁、损失最为严重的国家之一。由于各类灾害（地震、崩塌、滑坡、泥石流、溃坝等）往往具有突发性和破坏性强等特点，给当地的生命财产、交通、通信、电力和环境等造成严重的破坏，给灾区救援工作带来极大的困难。为了满足突发性灾害调查监测、灾情评估、灾害预警与防治等地质环境管理工作的需要，科学部署灾害救援抢险工作，确保灾区人民生命财产损失降到最低程度，并充分发挥遥感快速、动态、客观的优势，中国地质调查局部署了 2008 年四川汶川地震、2010 年青海玉树地震和 2006 年新疆伽师地震地质灾害遥感应急监测项目，部署了西藏易贡、四川天台乡、西藏帕里河、湖北姊归千将坪、重庆武隆和贵州关岭滑坡遥感调查项目及“山西襄汾新塔尾矿库溃坝事故遥感调查”等突发性地质灾害调查监测项目，为快速有效地指挥抢险救灾、评估灾情、降低灾害损失和灾后恢复治理与重建提供了基础资料和决策支撑，同时发展和完善了数字滑坡技术，提升了地质灾害应急监测预警能力。

上述项目共投入经费 4000 万元，由中国国土资源航空物探遥感中心、四川省地调院、安徽省地调院、湖南省遥感中心、河北遥感中心、中国地质大学（武汉）、煤炭地质总局航测遥感局、武汉大学、河南省地调院和中国地质大学（北京）等单位承担。

## 二、取得的主要成果

1、四川汶川地震次生灾害遥感应急调查为国务院和抗震救灾部门及时掌握灾情、部署救灾工作赢得了宝贵时间，为防范震后灾情险

情危害和灾后规划重建提供了客观依据，成为科技抗震救灾的典范

“5.12”四川汶川特大地震灾害发生后，在中共中央、国务院号召下，在国土资源部统一部署下，中国地质调查局迅速启动了应急调查组织保障机制，组织全国遥感力量开展了高科技抗震救灾工作，迅速获取了地震灾区的全覆盖遥感数据、开展了灾情应急调查，为国务院和抗震应急救援部门科学决策提供了技术支撑。

### **（1）快速反应，科学部署，精心组织，协同作业，实现了对汶川地震灾区遥感数据的全覆盖**

在总参、空军等部门的鼎力支持下，在第一时间调集了航空遥感专业飞机和技术力量，组织实施了航空遥感应急调查工作，快速获取了重灾区高清晰航空遥感灾情影像信息。同时，快速获取了 IRS-P5、SPOT-5、福卫 2 号、IKONOS、QuickBird、WorldView 等多种光学遥感数据和 COSMO-SKYMED、TerraSARX 等雷达遥感数据，实现了对汶川地震灾区遥感数据的全覆盖。

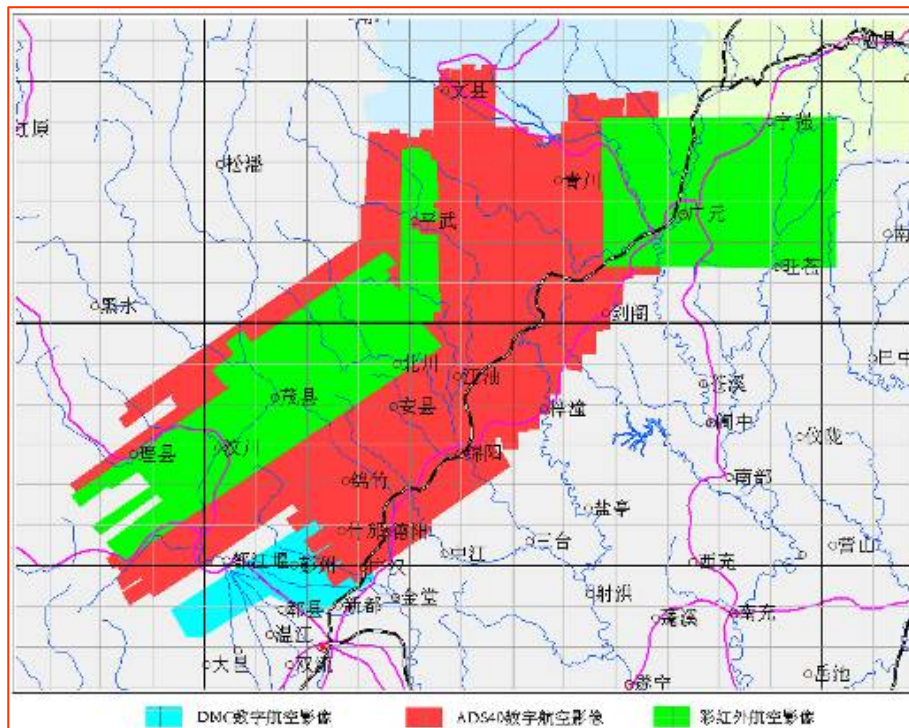


图 1 重灾区航空遥感数据覆盖范围图

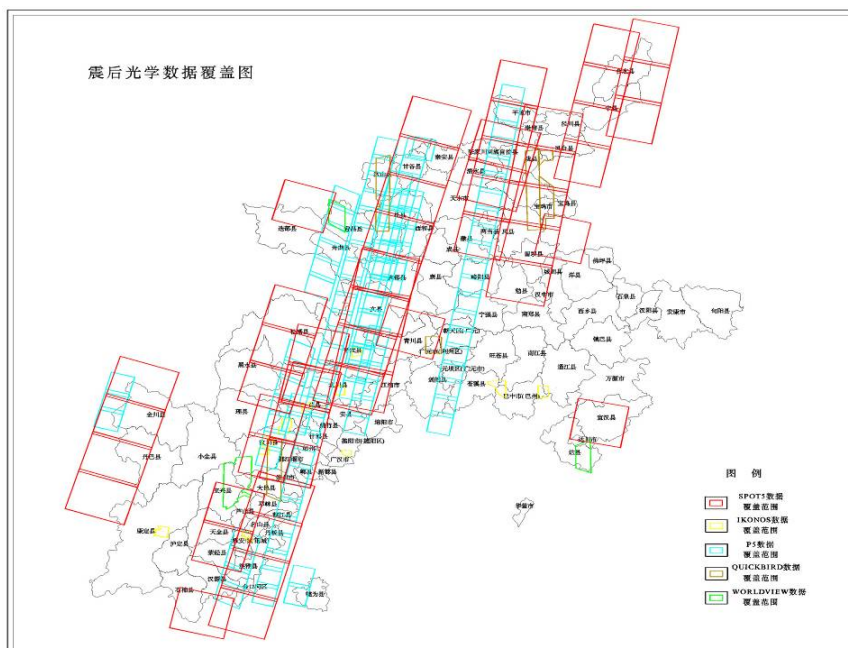


图 2 震区光学卫星遥感数据覆盖范围图

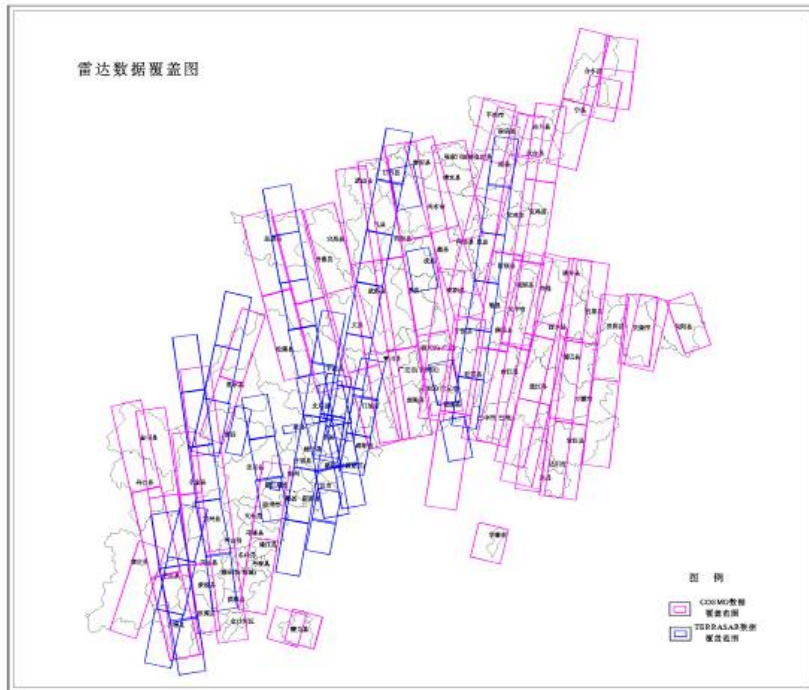


图 3 震区雷达卫星遥感数据覆盖范围图

(2) 获取首张震后灾区航空遥感图像，为国务院掌握灾情，部署救灾工作赢得了宝贵时间，被抗震救灾前线指挥部的同志称赞为是对抗震救灾的“伟大贡献”

地震灾害发生之后，汶川、北川等重灾区道路受阻，信息中断。及时掌握震区受灾情况，成为指挥抗震救灾工作最紧迫的需求。5月14日上午，获取了震后灾区首张航空遥感图像。40余名遥感专家连夜进行图像处理和解译，并于5月15日早向国土资源部提交了北川、汶川、都江堰等3个重灾县的震后遥感影像解译图，标注了灾区的房屋倒塌、道路桥梁损毁、河流堵塞情况以及滑坡崩塌体分布情况。随即，这批影像资料被送往国务院领导和抗震救灾前线总指挥部用于指挥抢险救灾，对明确受灾重点、调整救灾工作部署、摸清重要地段道路损毁、河道堵塞等情况提供了第一手资料，有力支援了前线指挥决



策。5月15日，利用DMC数字航摄仪和POS导航系统获取了都江堰-漩口-映秀-汶川-茂县等重灾区沿线第一批高清晰航空遥感彩色影像图，专家们迅速对航片进行快速处理和解译成图。影像图显示了都江堰至汶川的道路损毁以及北川堰塞湖分布情况，为抗震救灾指挥调整工作部署和防灾避险提供了重要依据，被抗震救灾前线指挥部的同志称赞为是对抗震救灾的“伟大贡献”。

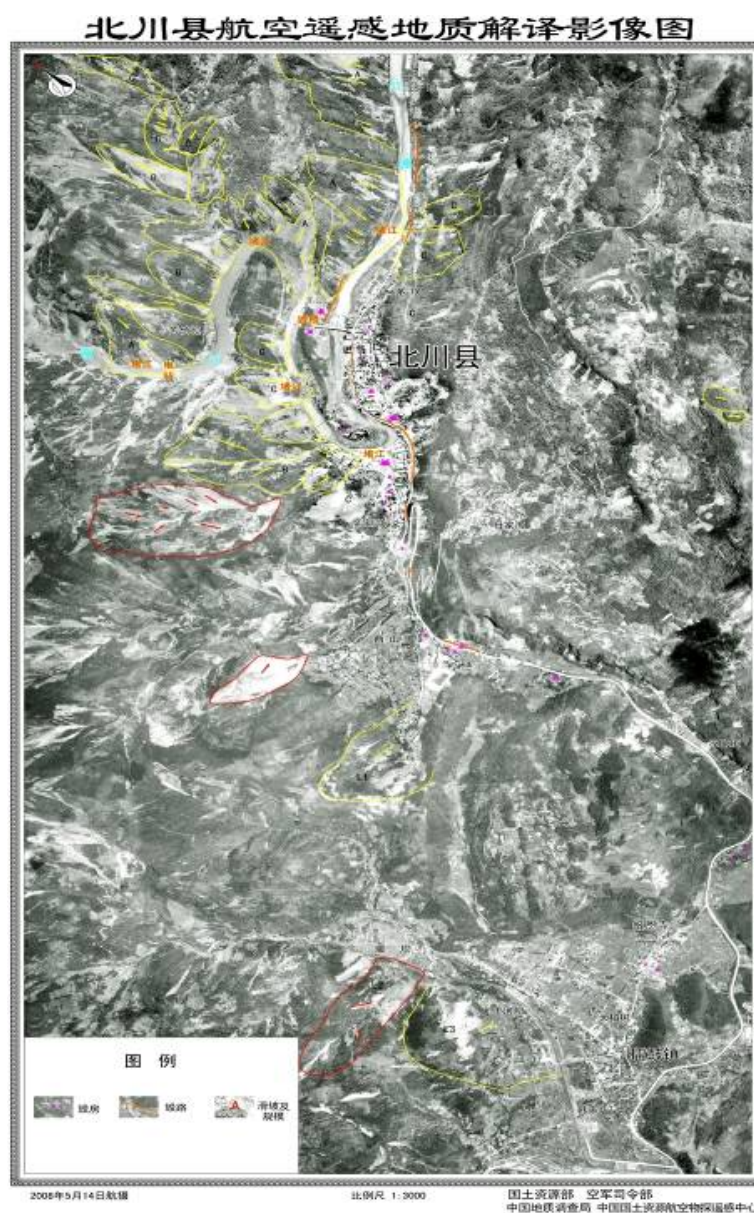


图4 震后灾区首张航空遥感图像





遥感力量联合作业，快速编制了相关图像、图件资料与文字资料，及时提交给地质灾害综合评估组、地质资料综合组、第一线野外排查和相关部门决策使用。针对地震灾区应急救援调查的特点，利用所获航空遥感图像和卫星遥感图像，建立了统一的房屋倒塌、河流堵塞、道路损坏、崩塌、滑坡、泥石流等主要次生地质灾害类型的解译标准，及时准确地解译了各类地质灾害，基本查清了地质灾害的分布特征。共解译出地震引发的崩滑体 6960 个；泥石流 266 条；堰塞湖 147 个；灾害毁路 1383 段；潜在泥石流 239 条，威胁村镇 264 个；泥石流、崩塌、滑坡对道路的潜在影响 1732 处；地震对生态环境破坏面积约为 5777 平方公里；并编写了相关的专题报告，及时为国务院抗震救灾总指挥部、受灾地方政府指挥抗震救灾、防范次生地质灾害、开展灾后重建等方面提供了重要的科学决策依据。特别是提交的唐家山堰塞湖等专题解译结果引起了国务院领导的高度重视。



图 6 唐家山堰塞湖航空遥感彩色影像图

抗震救灾期间，按照国土资源部的要求积极为抗震救灾相关部门提供资料和服务。先后向国务院及国家防汛抗旱总指挥部、水利部、武警总部、交通部、农业部、住房和城乡建设部、中央统战部等部委和四川、甘肃、陕西等省政府提供各类数据资料 1611 件，总数据量达 1719GB。其中，8 次向国家防汛抗旱总指挥部提供技术分析资料；3 次向中国华能电力集团提供资料，帮助该集团受困于映秀镇太平驿水电站附近的百余名员工成功脱险。

此外，青海玉树地震灾情遥感解译快速为国务院和国土资源部抗震救灾工作部署提供了基础资料和决策依据

充分发挥遥感技术优势，第一时间获取了玉树地区震前、震后遥感卫星影像图，并于震后第二天通过青海地调院送到玉树地震前线指挥部。同时，利用玉树地震后中国资源卫星、快鸟、SPOT5 卫星遥感数据，对震后地质灾害进行了解译。中国地质调查局组织有关专家召开了青海玉树地震会商会，对灾情的发展和灾害调查进行了评估。为国务院和国土资源部抗震救灾工作部署提供了基础资料和决策依据。

**2、应用数字滑坡技术，快速查明突发性地质灾害的规模、活动方式、变形特征及其发育地质环境，为灾情评估和灾害防治提供了及时、准确的资料。**

采用多平台多时相遥感数据与精确的地理控制基础，立足遥感与 GIS 实践，在西藏易贡、帕里河，四川天台乡滑坡调查与研究的基础上，提出并完善了“数字滑坡”技术，取得了多个典型滑坡详细遥感调查与监测结果，针对不同滑坡分别基于滑坡地学原理分析了其发育

机理、规模、变形特征、活动方式、影响范围等，为灾情评估、灾害预警和灾害防治提供了及时准确的资料。

西藏易贡发生滑坡，由于其在 2-3 分钟内所完成的规模巨大的重力侵蚀地质过程及对生态环境及人类造成大范围的灾难，引起了国内外广泛关注。应用数字滑坡技术，监测了易贡滑坡堰塞湖变化，估算了堰塞湖坝体溃决下泄洪水量，评估了易贡滑坡灾情，进行了“基于 RS + GIS 的易贡滑坡机理研究”，建立了高速滑坡碎屑流动力学模型，对易贡滑坡提出了新认识。

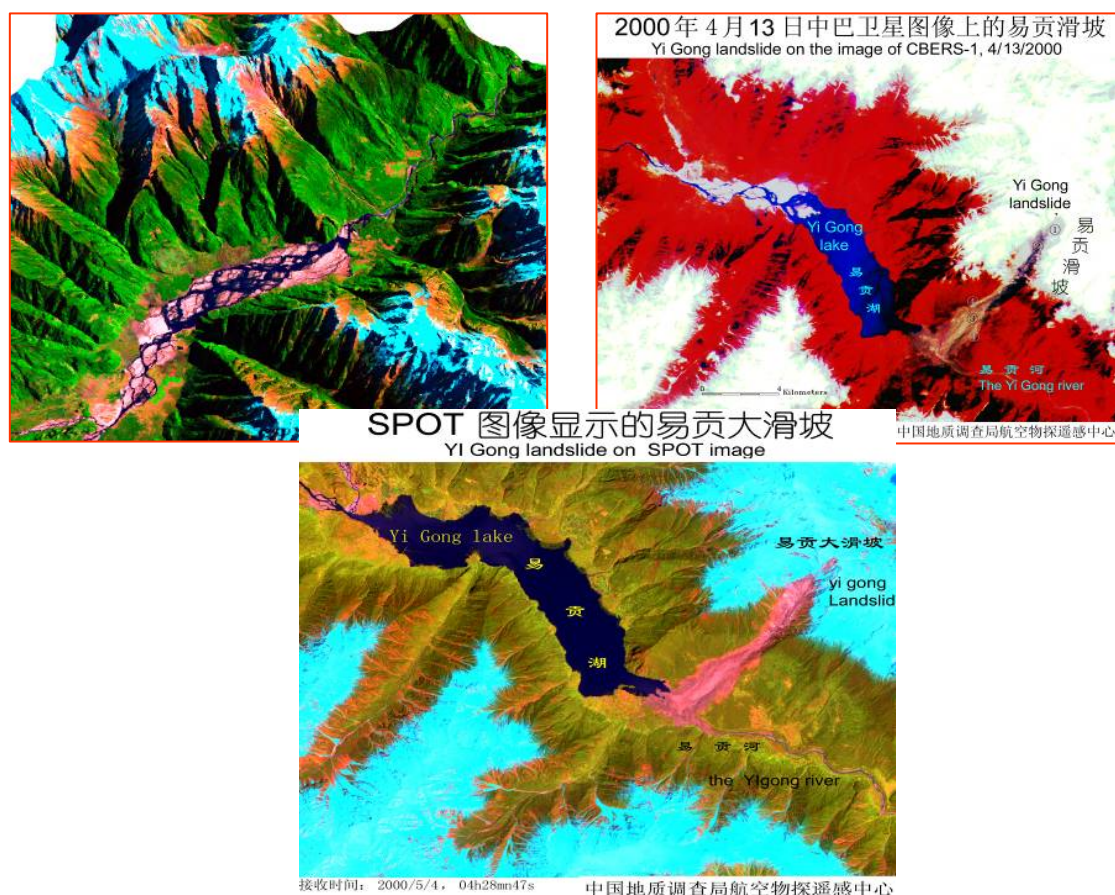


图 7 易贡滑坡遥感影像图

天台乡滑坡遥感调查使用滑坡前后的卫星数据，采用数字滑坡技术在滑坡体上获取了 604 个特征点的滑坡前后位置和高程数据，基于



这些特征数据，通过空间分析查明了滑坡的运动特征，即：典型的牵引式滑坡；滑坡规模--长 800~1000m，宽 1220~1550m，体积 2300 万方；分析了滑坡形成条件及触发因素；提出了防治措施。

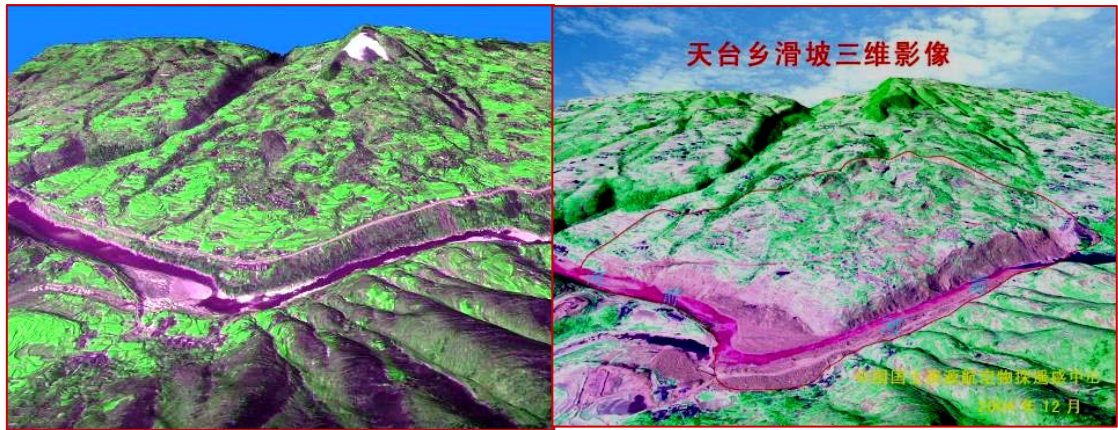


图 8 天台乡滑坡前后遥感三维影像图

2004 年 6 月 22 日，西藏自治区札达县曲松乡楚鲁松杰村上游帕里河发生山体崩塌，造成河流堵塞，形成堰塞湖。2005 年 6 月 8 日，堰塞湖左岸山体再次发生崩塌，堵塞原坝溢流口，湖面水位上升。6 月 26 日 10 时，堰塞湖坝体发生溃决，下泄洪水量达 2420 余万  $m^3$ ，给楚鲁松杰村带来了巨大的损失且灾害波及印度境内帕里河流域的安全。印方反映强烈，曾几次为帕里河堰塞湖事件照会中国外交部。中国政府对帕里河灾害高度重视，国务院总理温家宝、副总理曾培炎指示采用卫星遥感技术调查西藏帕里河堰塞湖水面变化及滑坡情况。中国地质调查局部署航遥中心开展西藏帕里河滑坡卫星遥感调监测工作。项目采用 7 个类型 21 个时相的卫星数据查明了帕里河灾害类型、规模、数量及滑坡发育地质环境；监测了堵江滑坡及堰塞湖的变化，表明不会对下游造成大的危害；调查监测了堵江滑坡下游的危岩及特大滑坡，分析了其未来活动趋势及可能危害；为本地区灾害防治

及外交事务工作提供了灾害与环境事实依据。

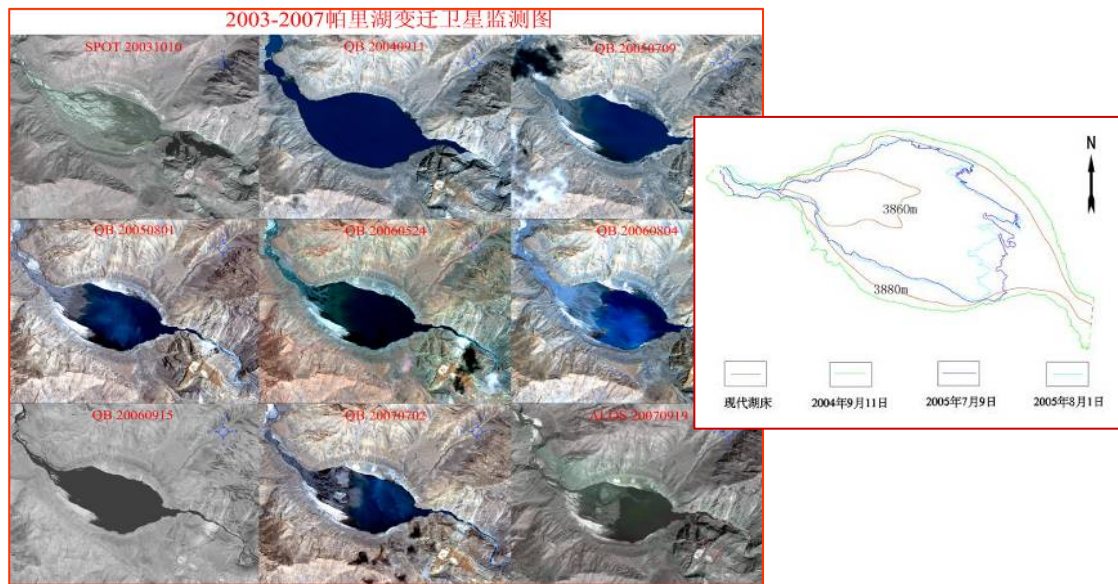
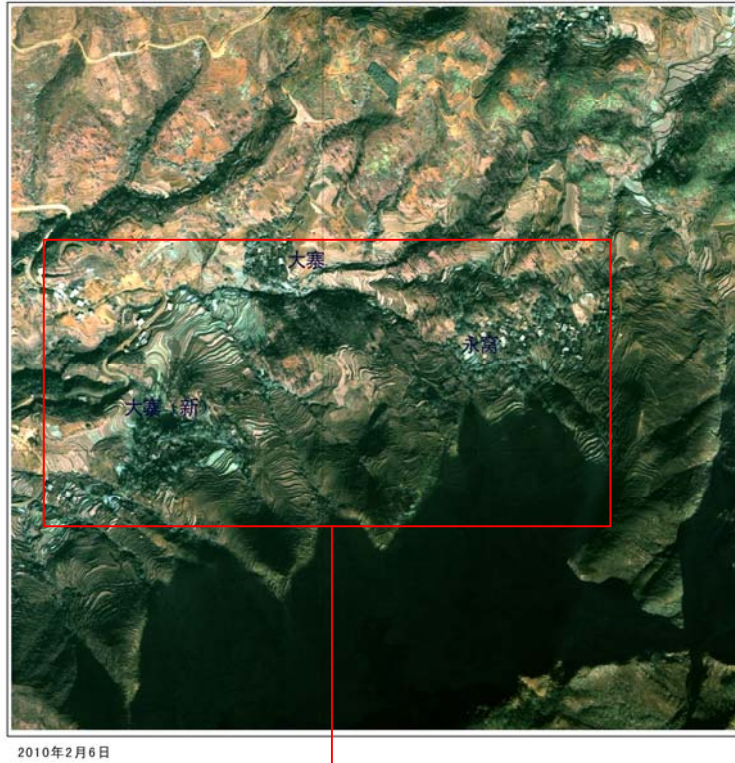


图9 西藏帕里河滑坡卫星遥感调查监测

2010年6月28日下午，贵州安顺关岭县因连续强降雨发生山体滑坡。据报道，被困或被埋村民达百余人。灾情发生后，第一时间获取了灾区1008张数字航片，影像分辨率高达0.1m，面积80km<sup>2</sup>。迅速开展了灾后航空遥感正射影像图、数字高程模型及三维仿真模型制作，及时开展了滑坡地质灾害解译。查明了滑坡体与堆积体特征、破坏面积与破坏程度。并对滑坡周边地区开展了更大范围的影像图制作、灾情调查以及潜在隐患分析工作，制作了灾害区解译图、灾害区地形变化图、灾害地形剖面图和地形剖面位置图等。及时将解译成果报送部、局及前方应急救援指挥部。



岗乌镇大寨村滑坡灾前卫星遥感影像图



岗乌镇大寨村灾后航空遥感影像图

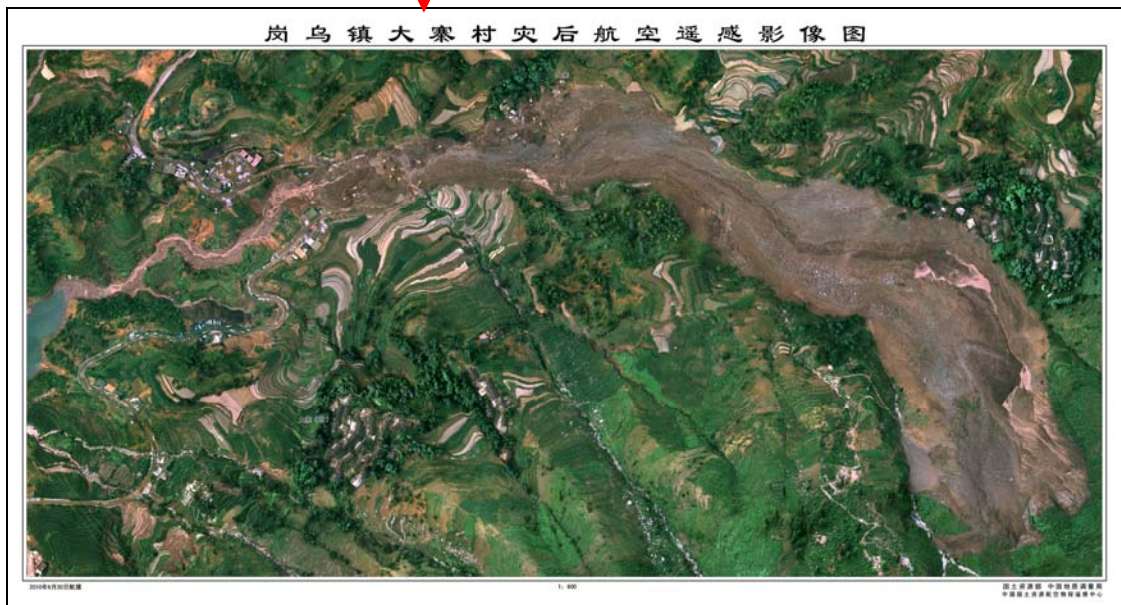


图 10 贵州关岭滑坡前后卫星遥感影像图

3、山西新塔尾矿库溃坝遥感调查为溃坝事故分析、灾情评估及时提供了大量重要信息和有力证据,充分体现了遥感技术在突发事件

## 中及时、准确、直观提供决策依据的特点

2008年9月8日山西新塔尾矿库溃坝事故发生后，应国务院“9.8”溃坝事故调查组要求和地质调查局的部署，航遥中心领导非常重视，立即组织矿山监测技术人员对事故区域进行遥感分析，并派技术人员赶往襄汾县事故现场协助工作。

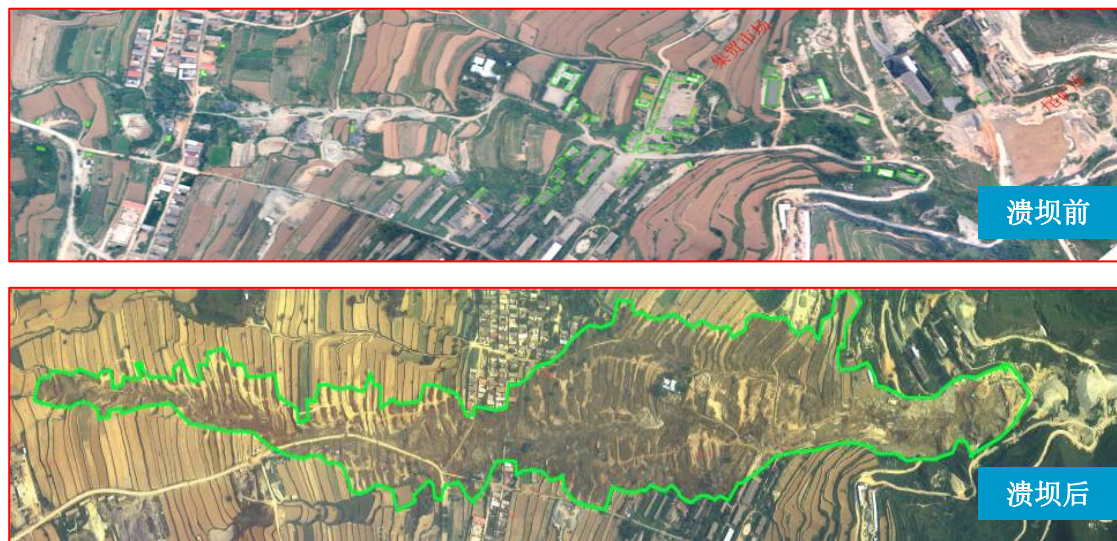


图 11 山西新塔尾矿库溃坝前后无人机影像图

项目组使用 2008 年 7 月 30 日溃坝前、2008 年 9 月 15 日溃坝后获取的航空无人飞机拍照的遥感图像，对矿区内的矿山开采状况、溃坝状况进行了详细的解译对比分析，获取了溃坝前后的相关数据。溃坝前尾矿库的面积为 1.38 公顷，溃坝后尾矿库的巨大泥流迅速下泻，形成长 2.2km、过泥面积 35.91 公顷、最大宽度 354m 泥流覆盖区，溃坝后泥流损毁房屋 51 处，损毁面积 6578m<sup>2</sup>。运用三维 GIS 技术和虚拟现实技术，将遥感数据和地形数据结合，制作了溃坝前三维遥感立体图，实现了溃坝地区尾矿库内外的地形地物、景观的真实再现，为溃坝分析、决策提供了有效的辅助依据。

此次事故调查中，遥感高科技手段发挥了重要作用，尤其是溃坝

前和溃坝后的两期遥感图像，为事故分析、灾情评估提供了大量重要信息和有力证据，充分体现了遥感快速、准确、直观的技术优势，得到了国务院 9.8 溃坝事故调查组和国土资源部的肯定。