

喜马拉雅山地区重大地质灾害调查与动态监测

一、1:25 万重大地质灾害调查取得的主要进展与成果

1. 实物工作量完成情况

遥感解译喜马拉雅山地区东段（东经 91° 以东） 73000km^2 ，编制了调查区 1:25 万重大地质灾害遥感解译图。共解译出崩滑体 129 处，泥石流 124 个，冰湖 376 个，冰碛堰塞湖 348 个，崩滑体堰塞湖 3 个，泥石流堰塞湖 5 个。

1:25 万环境地质调查面积 30000km^2 。重点查明大型滑坡、崩塌、泥石流和冰川湖/堰塞湖的位置、边界、类型、形态、规模等，并开展减灾措施研究。

遥感解译野外验证调查 1520km^2 ，调查路线 15200km 。调查滑坡 15 处（重大 7 处），崩塌 6 处（重大 2 处），泥石流 16（重大 4 处）处，冰川堰塞湖 10 个（重大 3 处）。

2. 总体认识

南迦巴瓦地区（米林县）直白村大型地质灾害是冰川（冰雪消融降水混合或迭加冰湖溃决型）泥石流灾害，第四纪以来至少发生 3 次以上严重堵塞雅鲁藏布江事件，使得在直白村堵塞江段上游形成大规模的堰塞湖（沉积）环境。现在的直白村坐落在较新的一次冰川泥石流堆积扇上。进一步的研究认为，以早期的（古）冰川泥石流（冰碛）作用及堵江规模最为强烈；而晚近期的（较老）冰川泥石流作用及堵江规模稍显减弱趋势。这些自第四纪以来发生的大规模堵江事件均在其上游河谷阶地剖面留下厚层粘性土沉积。而围绕南迦巴瓦峰周边发育的其它冰川泥石流作用均逊色于直白村冰川泥石流作用，且均未发现对雅鲁藏布江造成过截流堵江事件。

米林-朗县-错那-隆子-措美-洛扎喜马拉雅山北坡地质灾害主要表现为牵引式滑坡类型，其形成条件主要受区域地质构造和水系强烈切割的控制，形成了陡峭的地形和裂隙发育的岩体及其表层厚度较小的松散堆积，诱发滑坡的原因与河流侧蚀（凹）岸坡脚关系密切。在纵向剖面上，通常是使近岸边坡下部岩土体率先失稳滑移，坡后岩土体产生相应卸荷拉裂，并逐渐向坡后扩张位移，往往伴随后缘高陡岩体产生崩塌。在横向上，随着河流侧蚀凹岸的动态变化，侵蚀最强烈的边坡下部岩土体首先牵引下滑，其后产生若干个小滑体失稳破坏，形成两个或两个以上的新、老小滑坡，这些小滑坡边坡上部岩体由于失去下部原有的支撑，便产生包含这些小滑坡（或小滑坡带）在内的更大规模的包容性、土质、岩质混合的并有崩塌产生的复合性滑坡。

朗县-错那-隆子喜马拉雅山南坡地质灾害既表现有上述牵引式滑坡特征，同时也表现有推移式滑坡特征，其形成条件主要受陡峭地形和具有软弱夹层的地层结构控制，其诱发原因主要是地下水与软弱夹层作用有关，或河流对坡脚的冲蚀作用有关。在这两种诱发因素影响下，既可产生上部岩土率先失稳下滑，对下部岩体产生推移挤压，使之产生滑动或鼓胀张裂破坏；也可产生坡下岩土体的局部失稳下滑，对上部岩土体产生引张下滑作用。两者间存在着明显的差异滑动位移。

米林-朗县-错那-隆子-措美-洛扎地区是冰湖溃决-泥石流灾害链分布区。其相应的冰湖类型以冰碛（堰塞）湖为主，个别为崩积堰塞湖。初步的分析研究认为，容易产生冰湖溃决-泥石流灾害链的基本条件或特点是：有较大的冰湖补给流域区、较为窄长、纵陡和丰富碎屑物质的流通区和较为坡缓的扇形堆积区。

喜马拉雅山南坡的西巴霞曲、鲍罗里河、达旺-娘江曲、洛扎怒曲等外流河深切河谷分布区是崩塌—堵江（河、曲）—溃决灾害链分布区。由于这些地区河谷通常为狭窄直立“U”型河谷或“V”型河谷，岸坡山体陡立，谷底到坡肩相对高度数百米至近千米，岩质硬脆，具一定裂隙化程度，以东西向或近东西向结构面为主，北东与北西向共轭裂隙次之，岩体表现为层块状结构、块状或整体块状结构。

3. 重大地质灾害隐患区

综合分析初步确定有重大地质灾害隐患区（点）或地质灾害集中分布区 19 处，其中，冰川泥石流重大地质灾害隐患点 1 处，滑坡重大地质灾害隐患区 3 处，崩塌重大地质灾害隐患区 2 处，堰塞湖重大地质灾害隐患点 12 处，有重大地质灾害隐患点 1 处。分述如下：

雅鲁藏布江大峡谷入口直白泥石流（冰雪消融降水混合或迭加冰湖溃决型）：调查发现该处在第四纪末次冰期时至少发生 3 次泥石流长期堵塞雅鲁藏布江溃决事件（图 1、2、3）；在 1950 年和 1968 年，该处冰川的冰体快速前进到雅鲁藏布江中形成十几米

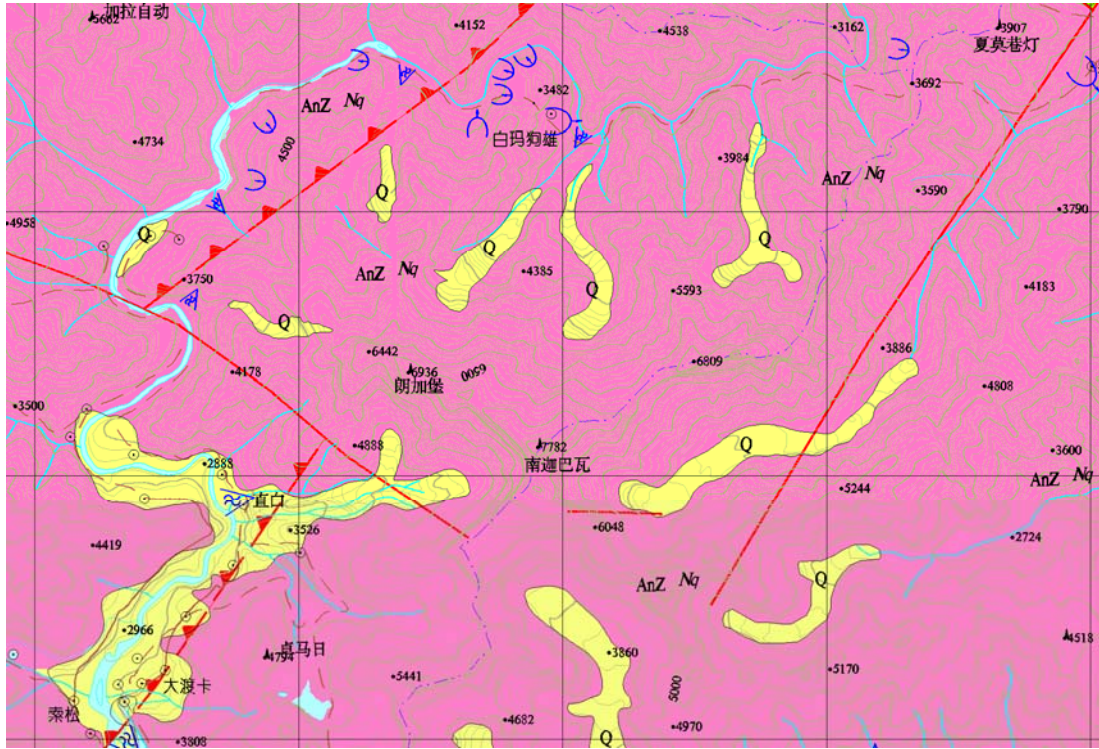


图 1 雅鲁藏布江大峡谷入口地质灾害遥感解译图

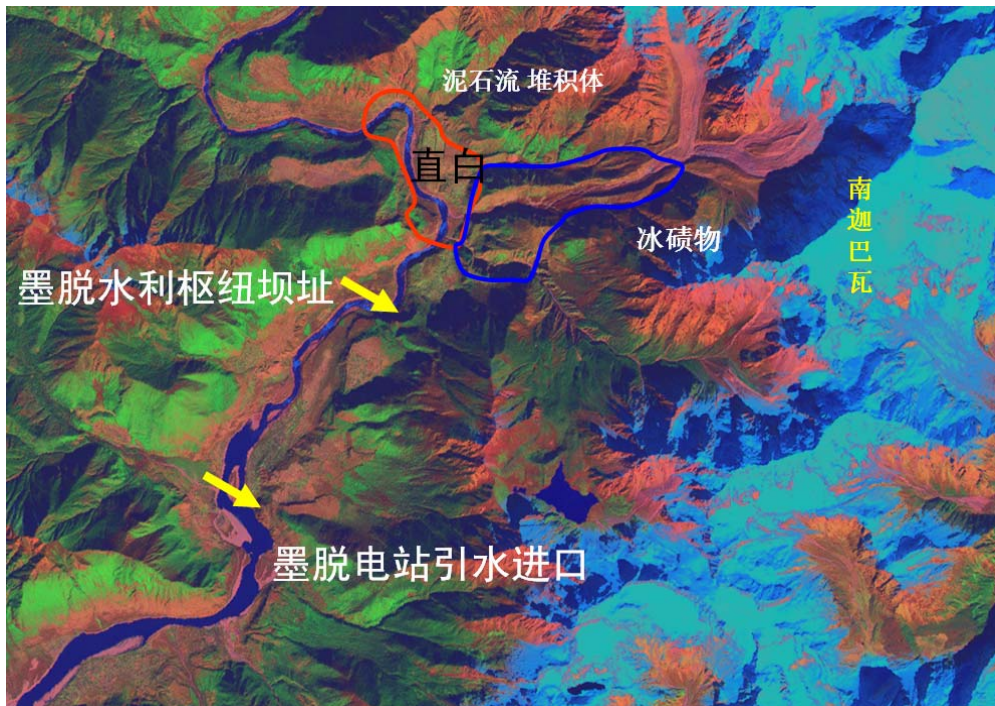


图 2 雅鲁藏布江大峡谷入口直白泥石流 ETM 影像



图3 雅鲁藏布江大峡谷入口直白泥石流 ETM 立体影像

的冰坝,阻塞雅鲁藏布江形成短暂的堰塞湖。该地区还有爆发堵塞雅鲁藏布江溃决事件的物质基础和自然条件。其上游 2.8km 处为墨脱水利枢纽大坝,8.5km 处为墨脱水利枢纽引水进口,是国家重大工程规划区;同时在这一区域存在异常地貌。其下游 1—20km 间分布多处危险崩塌、滑坡、泥石流。

朗县冻戈山滑坡群重大地质灾害隐患区:它对朗县至加查县唯一交通线形成重大影响(图 4、5、6),其中 1、2、5 号滑坡处于活动期,2 号滑坡由多个小滑坡组成,近期活动性明显,2006 年 8 月 9 日其西部发生滑动,中断交通 3 天,上部还见拉裂、下滑新鲜面。

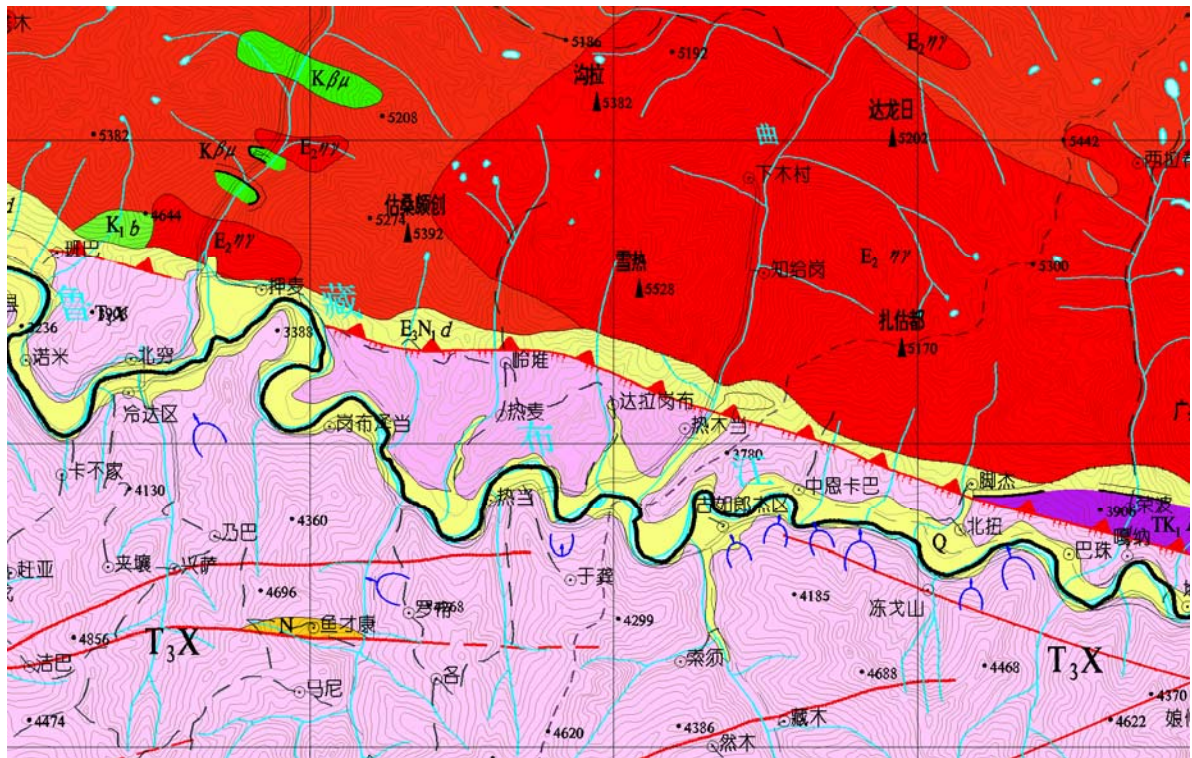


图 4 朗县冻戈山滑坡群遥感解译图



图 5 朗县冻戈山滑坡群 ASTER 遥感影像



图 6 朗县冻戈山滑坡 2 号滑坡实地照片



遥感立体影像



实地照片

图 7 朗县冻戈山滑坡 1 号滑坡

朗县朗县普曲 - 金东滑坡群重大地质灾害隐患区：普曲在 5km 内分布 5 个大中型滑坡，对普曲有影响，普曲入雅鲁藏布江处为朗县县城，地龚滑坡上有十几户居民（图 8、9）。

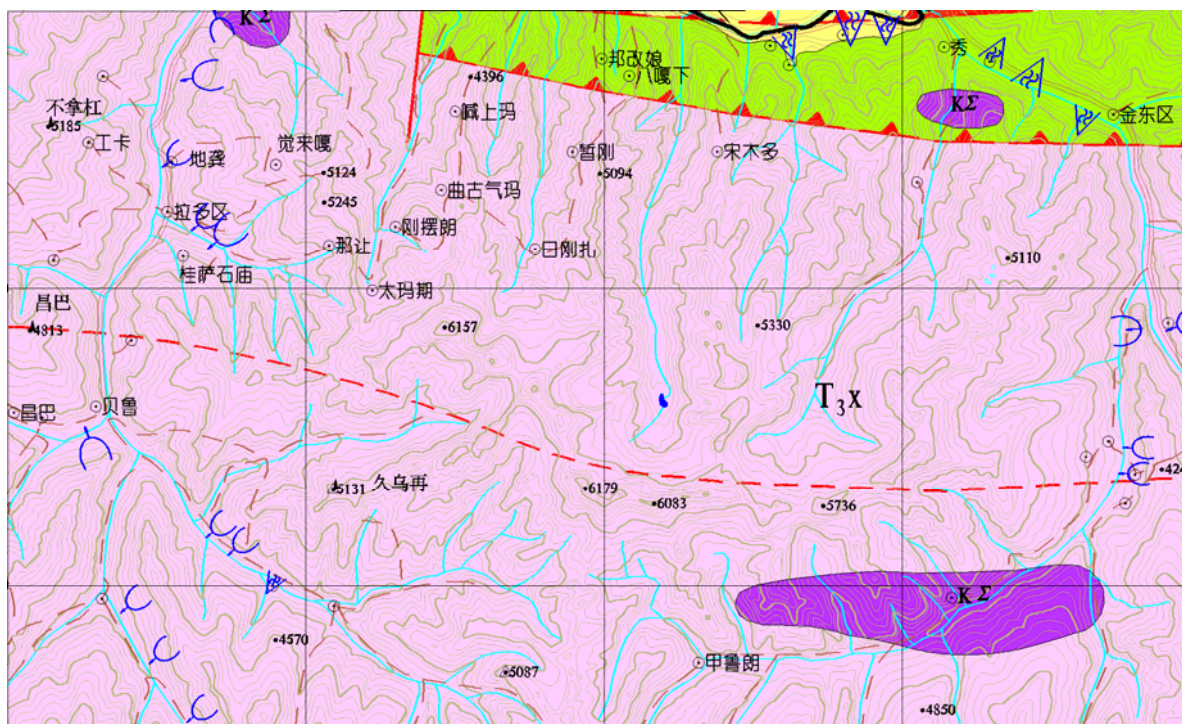


图 8 朗县普曲一金东地质灾害遥感解译图



图 9 朗县普曲地龚滑坡立体影像

隆子县东南伦巴乡西昌巴滑坡群重大地质灾害隐患区：滑坡密集分布，其中卡浪泥石流扇体由于河流侵蚀作用在向下滑动，其上有居民居住（图 10、11、12）。

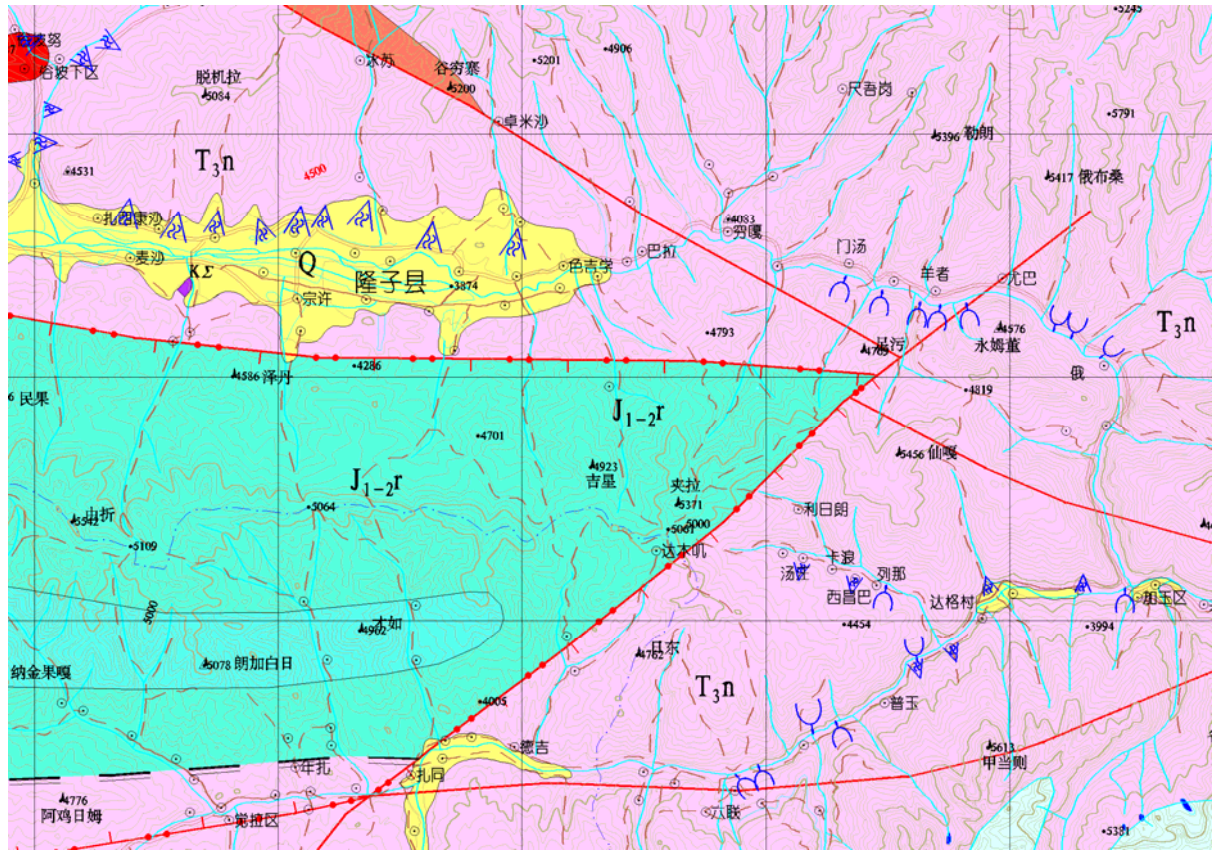


图 10 隆子县东南伦巴乡地质灾害遥感解译图



图 11 隆子县东南伦巴乡曲折打拉松沟口滑坡立体影像

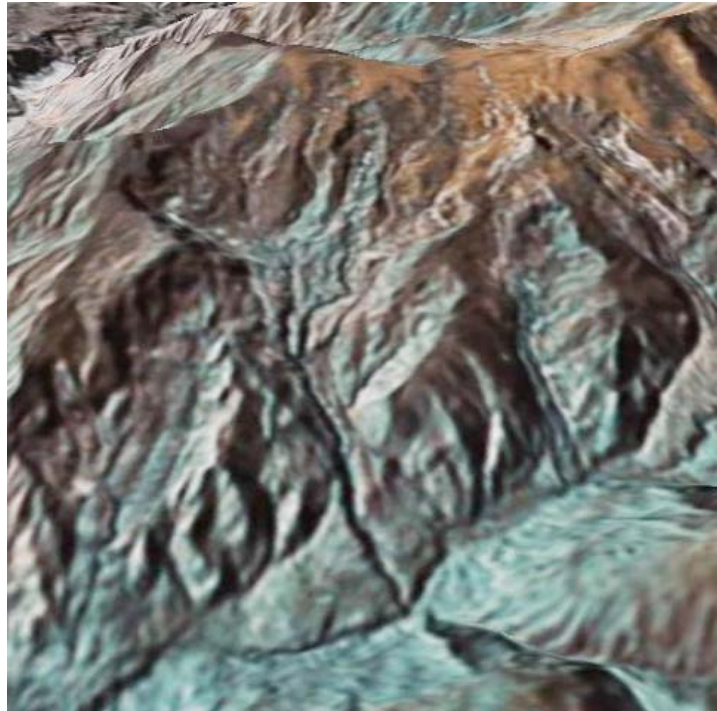


图 12 隆子县东南伦巴乡西昌巴泥石流立体影像

洛扎县洛扎曲中游日阿曲米至生格崩塌群重大地质灾害隐患区：该曲为境外河流，是措美县至洛扎县唯一交通线通过区，该区岩石破碎，河流两侧坡度陡，崩塌及滑坡经常发生，措美县至洛扎县交通常被中断，也有堵塞洛扎曲成堰塞湖的可能。野外调查发现由于崩滑作用和河流侵蚀，措美县至洛扎县公路在该区一段已由左岸改道右岸（图 13、14）。

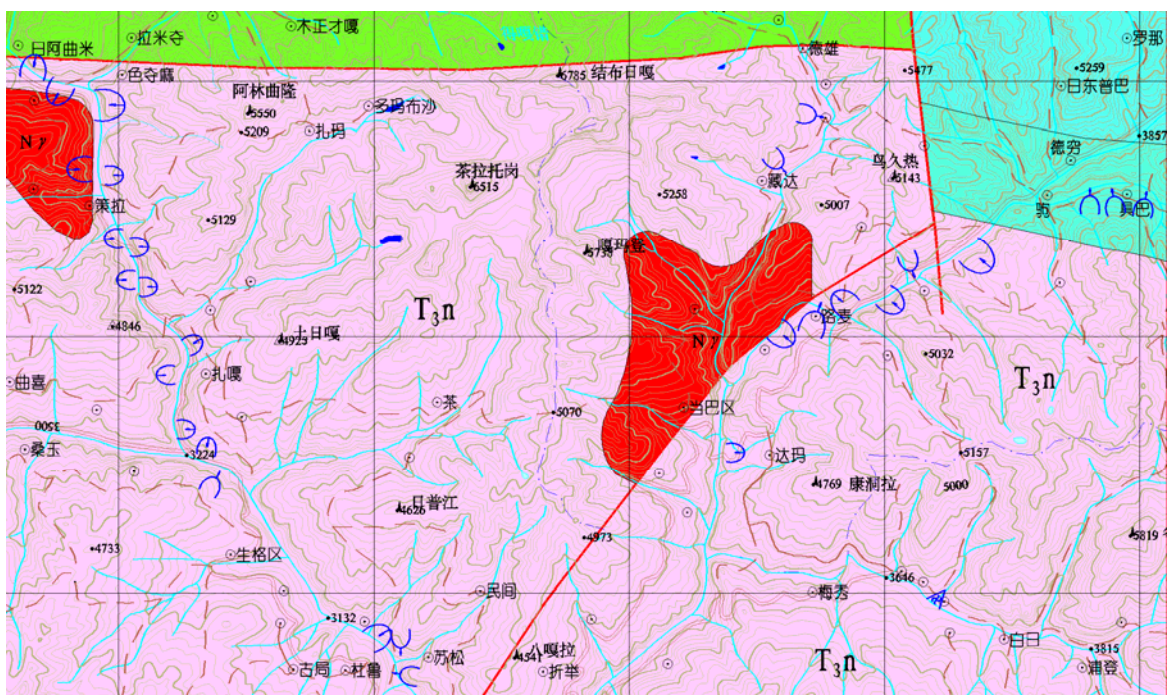


图 13 洛扎县洛扎曲、曲惹曲崩塌群遥感解译图



图 14 洛扎县洛扎曲崩塌群典型立体影像

曲惹曲崩塌群重大地质灾害隐患区：该曲为境外河流洛扎曲两大支流之一，还是措美县至洛扎县唯一交通线通过区，该区岩石破碎，河流两侧坡度陡，崩塌及滑坡经常发生，措美县至洛扎县交通常被中断，也有堵塞曲惹曲成堰塞湖的可能。

危险冰碛堰塞湖 11 个：危险冰碛堰塞湖皆位于洛扎县（图 15），分别是白朗错、昂格错、董布错、加郎错、折玛错、介久错、鲁惹错（图 16）、白马错（图 17）、得嘎错、结乌错、折公错。其中，得嘎错 2002 年 9 月 18 日发生溃决，冲毁大小桥梁 18 座，农田 190.8 公顷，死亡人口 9 人，经济损失 3000 万元；野外调查发现，鲁惹错约 50 年前发生溃决，没有人员伤亡，本次调查发现如再次溃决，其沟口的鲁惹村（大约 30 户居民）有危险。

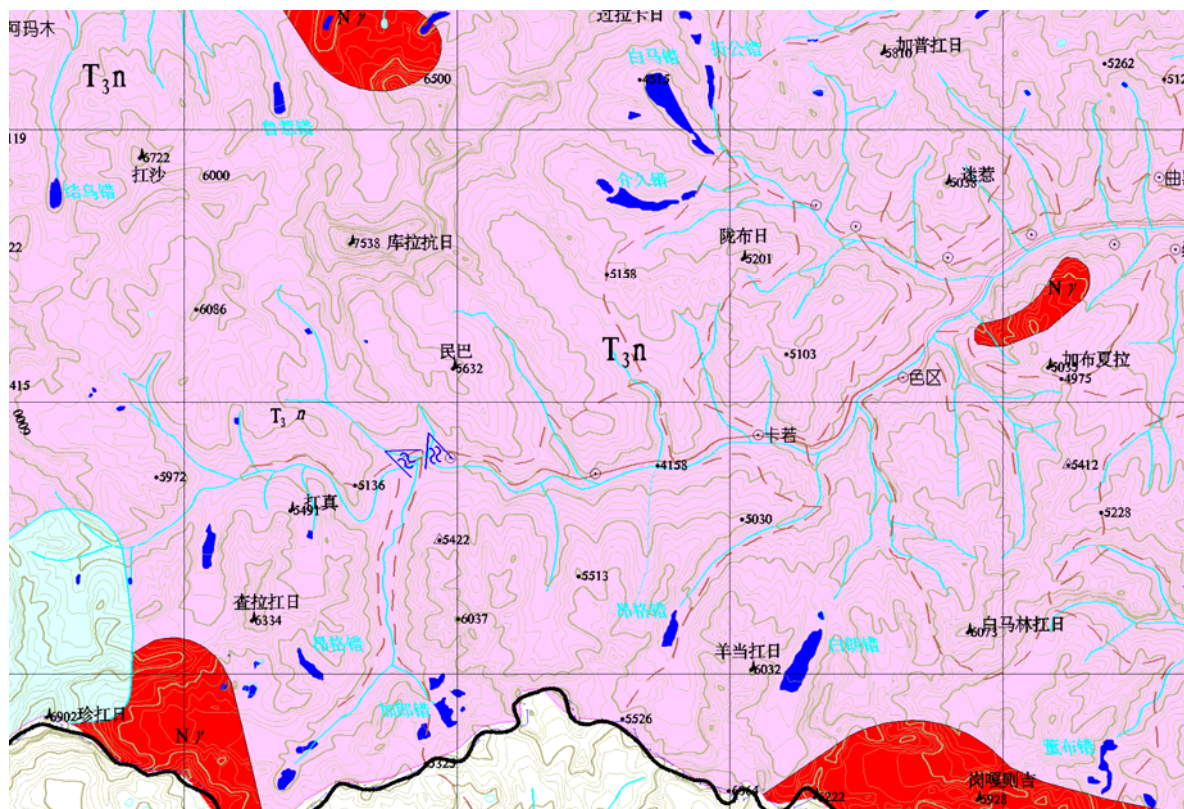


图 15 洛扎县危险冰碛堰塞湖遥感解译图



图 16 洛扎县鲁惹错立体影像

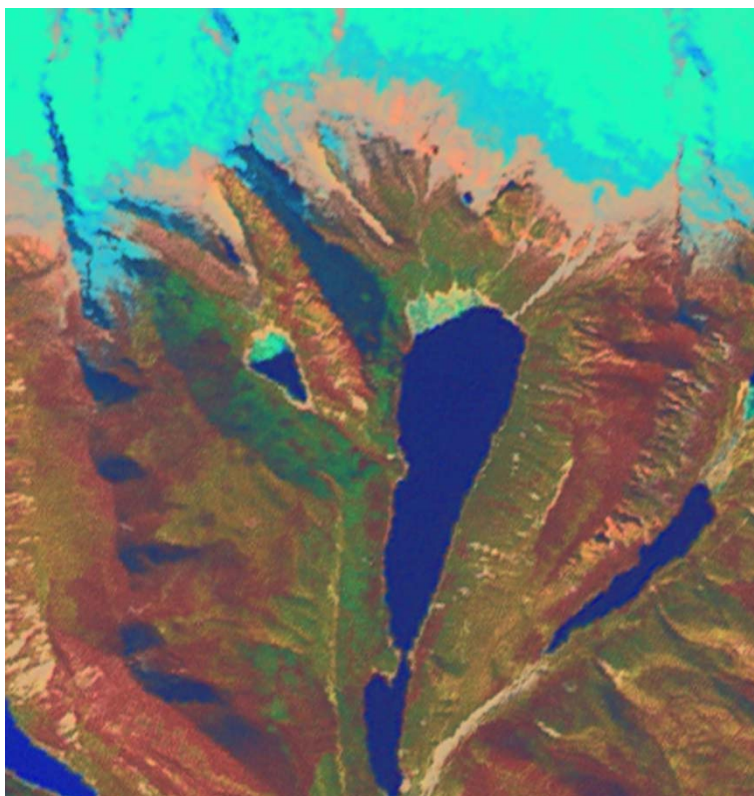


图 17 洛扎县白马错 ETM 遥感影像

有重大地质灾害隐患滑坡堰塞湖 1 个：位于错那县境外河流娘姆江曲河中游吉米塘，经 1988 年出版的地形图和 2000 年遥感影像图综合分析，该堰塞湖在这期间曾经发生溃决（图 18）。

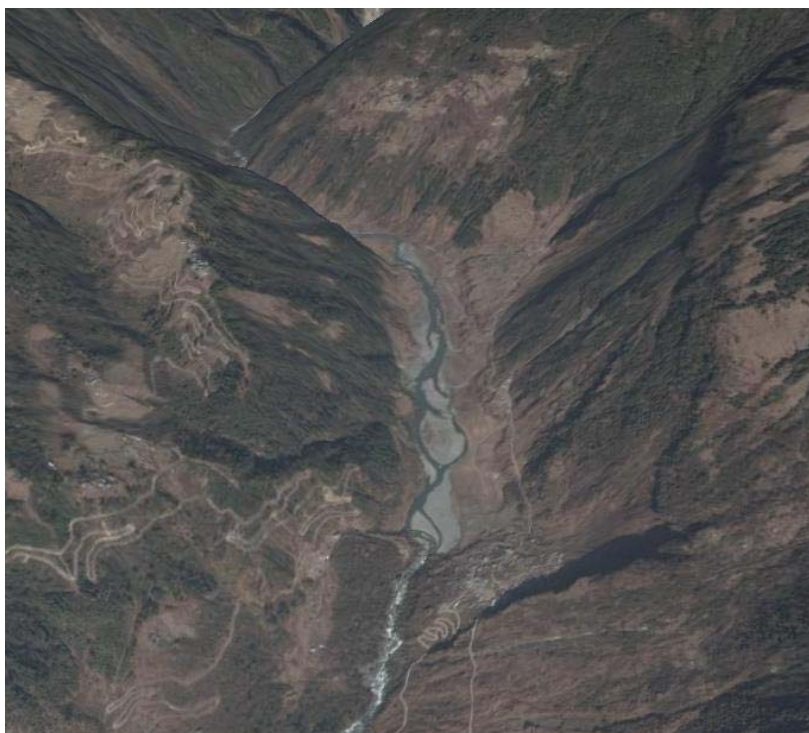


图 18 错那县娘姆江曲河中游吉米塘滑坡堰塞湖立体影像

有重大地质灾害隐患的那木拉错：位于米林县接地当嘎村、格嘎村上方。其上雪山坡度陡，岩石坡度大，稳定性差，容易崩滑，引起涌浪，造成冰湖溃决（图 19）。其下游为接地当嘎村、格嘎村。

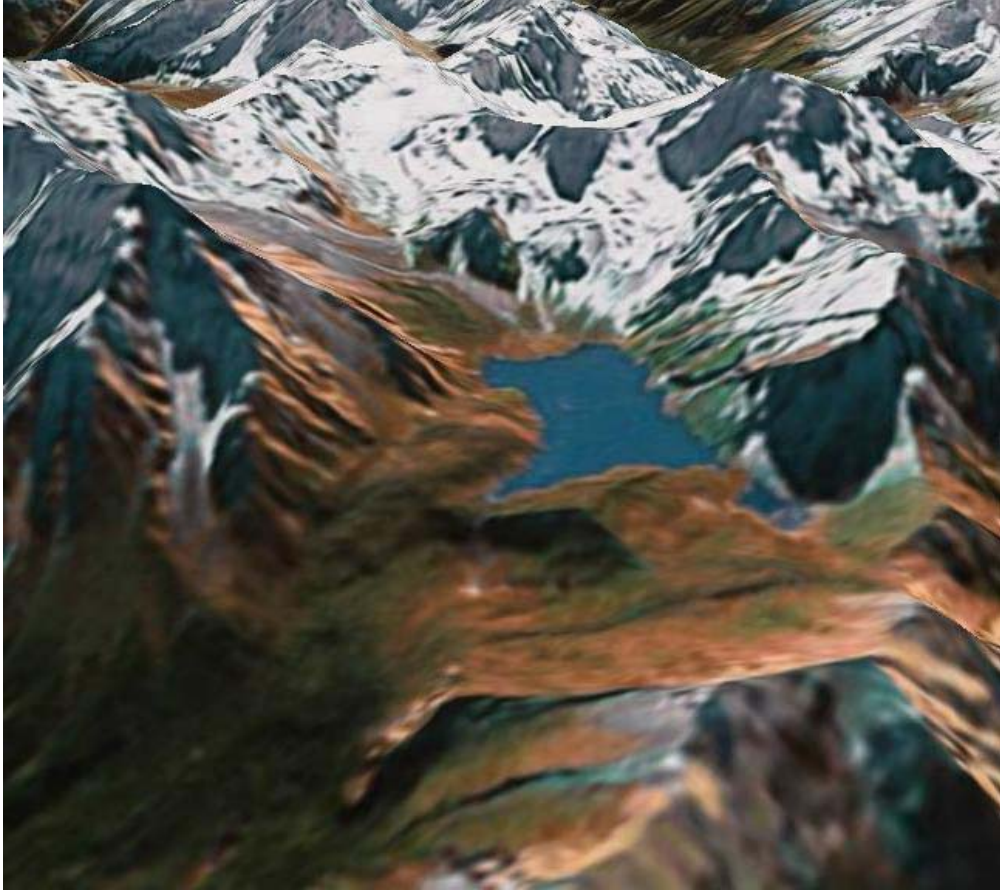


图 19 米林县那木拉错立体影像

二、西藏帕里河滑坡遥感调查

1. 实物工作量完成情况

1) 初步完成帕里河重点灾害调查区(约 100km²)地质灾害遥感解译，分段解译出地质灾害隐患点；

2) 完成了西藏境内帕里河流域(1500km²)1: 5 万地质环境背景及灾害遥感解译草图编制；

3) 完成帕里河滑坡堰塞湖面面积多期图像对比解译，分别估算了湖面面积与堰塞湖水量，并推算出其变化趋势。

2. 取得的主要进展与成果

1) 以卫星遥感方法基本查明了造成帕里河堰塞湖滑坡的位置、规模及活动状况即：帕里河滑坡位于湖口以下约 550m 的右岸 4120~4320m 高程处，体积约 75 万 m³。该滑坡

自 2004 年 6 月 22 日发生崩滑后未再发生任何新的活动。

2) 以卫星遥感方法基本查明了帕里河堰塞湖的性质及 2005-2006 时段堰塞湖的变化: 滑坡前后的卫星遥感调查表明堰塞湖在滑坡前是帕里河流经的一个萎缩的高山湖盆。遥感估算该湖在 2004 年 9 月 11 日、2005 年 7 月 9 日、2005 年 8 月 1 日和 2006 年 5 月 24 日、8 月 1 日的水面面积分别为 175 万 m^2 、102 万 m^2 、95 万 m^2 、90 万 m^2 和 80 万 m^2 ; 湖水量分别为 3800 万 m^3 、927 万 m^3 、446 万 m^3 、360 万 m^3 和 300 万 m^3 。卫星监测帕里湖变化为: 自 2004 年 6 月 15 日起, 湖水由 3760m 高程迅速上涨, 至 8 月中涨到约 3900 m。此后, 湖水在此高程上下波动, 直至 2005 年 6 月 26 日上升至接近 3910m 后发生溃坝, 水位迅速下降至约 3880m 后逐渐稳定, 近期稍下降。

3) 除造成帕里河堰塞湖的滑坡外, 卫星遥感还发现在堰塞湖下游约 8.5km 帕里河段范围内, 至少还存在 6 个危岩区, 它们的活动都可能引起堵江。其中, 危岩 3 河段, 有沿河长约 90m, 体积约 28 万 m^3 的崩塌物堆积在河道上, 2005 年 7 月 9 日前不久该堆积坝堵断了帕里河, 后帕里河冲开右岸堆积, 改道而行, 这是 2005 年的一次溃坝事件。其余危岩有小规模活动或未见其活动。

4) 卫星遥感在上述危岩下游发现了一特大规模滑坡, 并确定其位置, 初步估算其规模, 分析其活动趋势。该滑坡位于堰塞湖湖口以下 5~8.5km, 由帕里河右岸的卡拉滑坡和左岸的卡拉滑坡群组成, 滑坡堆积总面积约 5 km^2 。由于滑体已经分级分块, 难以重新整体活动, 但局部活动一直在进行中, 且活跃, 滑坡活动造成再次堵江的可能性是存在的。

5) 基本认识了部分 (1500 km^2) 境内帕里河流域调查区地质环境与灾害状况, 编制了 1: 5 万解译草图。

6) 在遥感调查的基础上初步分析了本区的灾害形势, 如果上述滑坡及危岩再次活动造成堵江溃决, 可能受灾的是距帕里湖口约 5km 和 34km 的我国境内西藏自治区札达县曲松乡的卡拉村及楚鲁松杰村。由于中印边界以上有一段河的平均比降高达约 32%, 其上下河谷均较平缓, 所以也会在印度造成一定危害。下游村民防灾应以避让为主。