维普资讯 http://www.cqvip.com



# 峡谷地区小水电建设诱发地质灾害研究

## ——以云南省泸水县为例

小水电建设虽然对地区经济起到了支持作用，但因小水电建设所引起的地质灾害却越来越引起大家的关注。

昆明理工大学国土资源工程学院 刘江波 李 波 孙黎丽

泸水县位于云南省西北部，青藏高原东南缘与云贵高原西北部结合部位，地势为两山（高黎贡山、碧罗雪山）夹一江（怒江），地理坐标介于东经98°34~99°09′，北纬25°33′~26°25′之间。全县除高黎贡山西坡伊洛瓦底江水系外，其余为怒江水系，怒江两岸支流呈“非”字形排列，据统计，泸水县较大河流共有21条，此外还有众多的溪流（图1）。这些河流具有切割深，落差大的特点，虽然径流量较小，但由于河流纵坡降较大，短距离而形成大落差，适合小型水电站的建设。泸水县属地壳强烈抬升区，地壳的抬升和河流的切割，形成了山高坡陡的峡谷地貌特征，在小水电建设过程中，易诱发地质灾害，为了避免或减轻地质灾害危害，应对其致灾机理进行研究。

## 小水电工程布置特点

小型水电站一般采用径流式开发，以单一发电为主，主要工程建筑物包括首部枢纽、引水系统和厂区枢纽（图2）。首部枢纽主要建筑物为拦水坝，通常布置于河流地形陡峻的峡谷部位，坝高一般小于30m；引水系统主要包括引水渠道（引水隧洞）、前池（调压井）及压力钢管道，引水系统线路较长，一般可达数公里，为了节约资金及获得更大落差，常采用明渠和前池（调压井）、压力钢管道布置于陡峻边坡等设计方案，在工程建设中对边坡稳定性及地表植被的破坏较为严重；厂区枢纽一般修建于河谷、阶地或滩地，由于河谷地形狭窄，厂区枢纽建设一般要进行大量切坡。

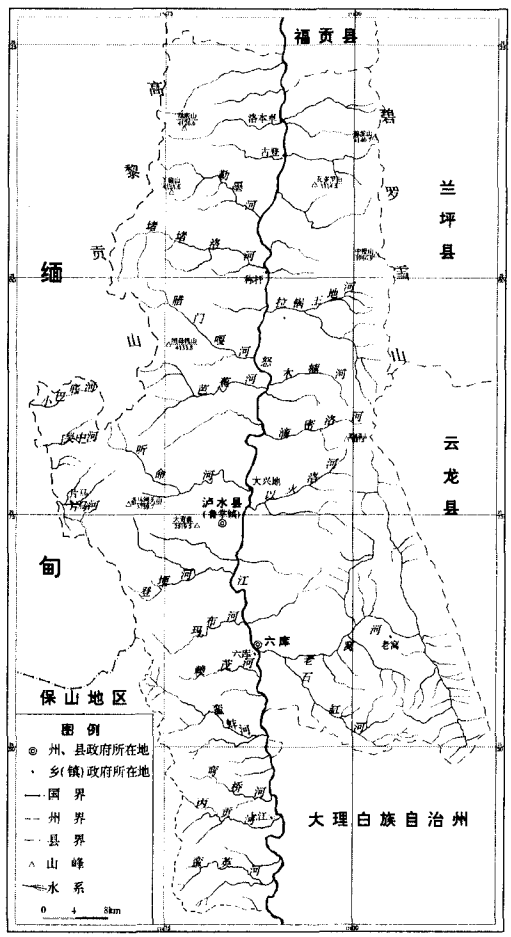



图1 泸水县水系图

## 泸水县地质概况

泸水县构造位置处于喜马拉雅构造带东南延伸部位，在燕山运动的挤压作用下，形成一系列叠瓦状逆冲断层和紧密褶皱，这种强烈的挤压作用，在以后喜山期各期次构造运动中继续加强，形成滇西地区陡峻的横断山幼年褶皱山系。现今地壳的不断强烈抬升和怒江河流的深切作用，最终形成了今天怒江峡谷峰峦叠障、举世闻名的高山峡谷地貌单元。县境内最高峰4500m，而紧邻的怒江河谷海拔仅近900m，地势险恶，显示了在侵蚀环境下形成的高山峡谷地貌特征。

维普资讯 http://www.cqvip.com



区域断裂构造发育，断裂平行产出，构造线呈南北向展布，显示明显的线型构造特征。区内地层分布较全，由于地壳强烈抬升，岩体节理裂隙和卸荷裂隙发育，风化程度较强，容易产生自崩，岩土体工程地质条件较差。按表层地壳结构与岩土力学性质、深部地壳结构构造与深断裂、地块升降与现今地壳活动速率、断裂及其活动性、现今地应力与能量集中程度、主要内动力地质灾害等六项指标进行的定量化分区，泸水县属地壳较不稳定区。

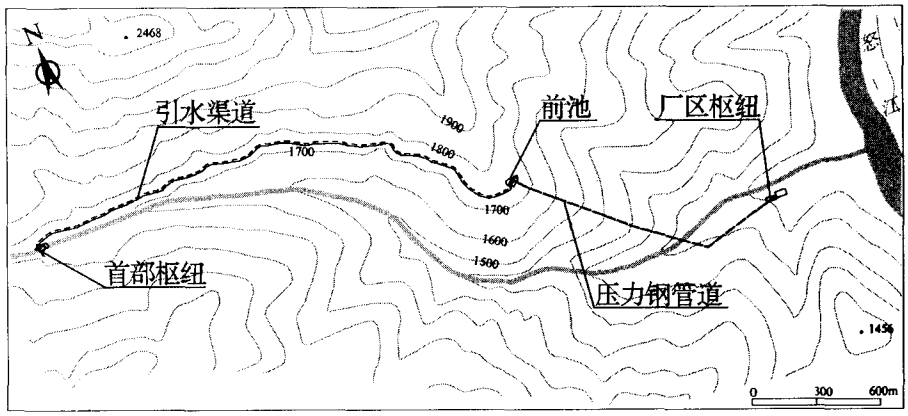



图 2 某水电站工程布置图

## 诱发地质灾害类型及特征分析

根据峡谷地区地质环境特点，小水电建设过程中，诱发的地质灾害以崩塌、滑坡、泥石流为主。

1.崩塌

崩塌的形成主要取决于构造条件、地形条件及岩体风化程度，还受暴雨、地震、人类活动的影响。由于地壳抬升区岩体裂隙发育、岩体风化程度较强、工程建设对边坡开挖使其具备了形成条件，在暴雨、爆破振动等影响下极易产生崩塌。空间上主要发生于取水坝两岸边坡及厂区枢纽后边坡，时间上主要发生于电站建设过程，规模一般为中小型，常具有突发性，对电站施工人员和设备危害较大。

2.滑坡

滑坡产生的因素主要有地形地貌、地层岩性、地质构造、降水、不合理施工等。小型水电站建设场地一般位于深切的“V”型谷地形地貌单元，山高坡陡，两岸的地形坡度平均约35°左右；区域地层岩性复杂，软岩、较软岩及地表残坡积层中是滑坡产生的主要地段；而地质构造的发育也为滑坡的产生创造了条件，特别是一些断裂附近，工程建设更易诱发滑坡的产生；降水是影响边坡稳定性、诱发滑坡产生的重要因素，泸水县年降雨量大、降雨集中、雨强大，滑坡多发生于雨季，如2004年泸水县连续降雨22日，导致某水电站前池边坡滑坡，掩埋施工工棚，造成4人死亡，1人失踪的重大事故；在施工过程中，由于施工队人员素质参次不齐，或追求经济效益和时间效益，不按设计施工、破坏植被等现象普遍存在，也是诱发滑坡的原因之一。诱发滑坡可产生于电站工程各个部位，多发生于雨季，施工过程和完建后均有发生，规模以中小型为主。



水流湍急的河道

3.泥石流

泥石流的形成必须具备地形条件、地质条件和气象水文条件。由于地壳的抬升，河流下切作用较强，沟谷狭窄，纵坡降较大；泸水县降水丰富、集中、雨强大，高山积雪夏季消融时，均可为泥石流提供强烈的地表径流；区域地质构造复杂、岩石风化破碎、新构造运动活跃，在电站施工过程中若对岩土体扰动较强、对植被破坏程度较大等极有可能诱发泥石流产生，随意弃渣则可能诱发坡面泥石流产生。泥石流灾害均发生于夏初及雨季，常具有延时性，可在工程修建数年后产生。泥石流破坏性极强，一旦爆发，对电站通常破坏较大。如某电站建成5年后，遇强降雨遭受泥石流灾害，电站厂房被冲毁。

## 地质灾害防治对策

由于小型水电站多为私营业主开发，投资及建设规模较小，因此地质灾害应以预防和简单工程治理措施为主，对于较难治理的灾害，可采取避让措施。加强生态环境保护，减少人为扰动和破坏，是遏制地质灾害发生的有效措施。

首先应做好工程地质勘察，根据勘察结论合理布置工程建筑物位置。为避免崩塌、滑坡的产生，边坡开挖应合理设计放坡比，边坡上方及坡体内部应做好相应的防水及排水措施。为避免泥石流灾害，工程建设过程应尽量避免对岩土体扰动和植被破坏，施工中产生的渣土应集中堆放，严格禁止随意弃渣，渣场应做好拦挡处理和挡排水措施，工程完工及时进行生态恢复。做好地质灾害监测与防治工作，在项目建设和运营过程中，指派专人或成立地质灾害防治小组，对重点工程施工地段和可能引发和遭受地质灾害危险地段进行适时监测，拟定防灾避灾措施，防患于未然，尽可能的消除或减轻地质灾害的危害。