

# 金龙山地区滑坡综合观测方案概述

李 沛 陈自生

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

**提 要** 金龙山地区滑坡综合观测方案的设计原则有:阶段性、科学性、综合性和适用性。滑坡综合观测内容含:斜坡应力变化,滑体的运动变形与滑坡的地声,地下水动态,以及影响滑坡发生发展的因素(降水等)。为此在本方案中包含10个滑坡观测项目(1987—1991年已在当地开展了8个,获取3万余个数据),对观测数据由微型计算机加以综合管理。此外对组建减灾防灾组织系统(如成立指挥部和制定群防避灾措施等)在方案中也作了考虑。

**关键词** 金龙山 滑坡 综合观测 设计原则 观测内容

1985年在二滩建立了金龙山滑坡观测试验站(简称滑坡观测站)。1987年该站完成了金龙山地区滑坡综合观测方案的设计。截至1991年底已开展8个滑坡观测项目,获得数据3万余个,并建成HP-2型滑坡遥测系统和滑坡数据库系统。

设计金龙山地区滑坡综合观测方案的目的是:使滑坡观测站的研究方向和研究内容付诸实施,掌握滑坡运动变形规律,预测滑坡发展趋势,预报滑坡灾害,为减灾防灾提供科学依据。

金龙山地区分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个滑坡区。滑坡观测范围包括:海拔1030(雅砻江边,在南缘)—1730米(垭口,在北边),西起Ⅰ区,东止Ⅲ区,长约1500米,宽700米;观测深度:Ⅰ区40米,Ⅱ区150米,Ⅲ区30米。

区内对二滩水电站施工和运营安全可能造成影响的主要是:Ⅰ区古滑坡的复活,Ⅱ区巨厚层蠕滑体稳定性的恶化。两者的运动变形将极为缓慢,易被浅-表层残坡积层的局部变形所迷惑,难以显露深部变形。因而观测重点就放在Ⅰ、Ⅱ两区的深部。

## 一、方案的设计原则

以金龙山地区滑坡地质地貌详细测绘和勘探资料为基础,并集国内外滑坡观测的理论和技术的为一体,所拟定的本方案设计原则如下。

### (一) 阶 段 性

这就是据工程建设阶段和滑坡发育阶段的不同,设计与之相当的阶段性观测方案,以克服盲目性、避免种种浪费。

### (二) 科 学 性

在观测方案设计之前,对金龙山地区滑坡进行了地质地貌详细测绘,并利用了已有的

勘探资料,基本查明了滑坡的形成条件、发育阶段、性质,滑面性状,滑体稳定性及其影响因素和可能造成的危害,并对滑坡作出分区。这些是确定滑坡的观测项目、观测网点、观测方法及仪器等的主要依据。

在上述前提下,对滑坡作出具体分析后,按先易后难、先简后繁、因地制宜和适时适地的原则,确定滑坡观测项目的数量、立项的先后次序、观测网型、观测点的数量和位置等。

滑坡观测项目和观测网型一经确定,观测的方法和仪器是确保观测数据的适时可靠的关键。因此对方法和仪器的原理、准确性、可靠性、兼容性及耐用性等应给予足够重视。原则上应选用已经成熟的方法和仪器。因环境条件恶劣而无法使用已有的方法和仪器者,才可选用经三个以上滑坡观测点检验是合适的特殊方法和仪器。

### (三) 综合性

金龙山地区滑坡的运动变形复杂,需观测的范围大而深,项目多,且地形多变,植被茂密,地面建筑物多等又不利于施测,因此必须开展多种方法、多种仪器、多层次的综合观测,并注意方法之间、仪器之间的彼此互补。

### (四) 适用性

观测方案能否及时实施,关键在于其是否有适用性和针对性。繁多的观测项目,高而精的技术,价格高昂的仪器及宏大的建网工程会影响方案的可行性。因此应注意地质勘探剖面、稳定性计算剖面和观测剖面三者的相互关系(如一孔多用),治理工程和仪器安装位置要彼此照应和协调。

本方案中体现了先点后面,先土后洋,洋为中用,施测维护方便,边建网边观测的精神。

若能遵循上述四点,可望获取最佳观测效果。

## 二、观测的项目和方法、仪器

金龙山地区滑坡不仅有地表整体变形变位,更有深部岩土体的拉裂、错动,甚至出现局部屈曲和新的地下水网络。因此滑坡综合观测内容也有四点:1.斜坡应力变化;2.滑体运动变形与滑坡地声;3.地下水动态;4.影响滑坡发生发展的因素。

目前为此设计的观测项目有10个,即:1.滑体水平位移;2.滑体垂直位移;3.节理裂缝开闭;4.软弱结构面或滑面剪切位移;5.滑体倾斜;6.钻孔倾斜;7.气象常规要素;8.地下水常规要素;9.界面应力;10.水库水位。前八项已在开展观测,后两项即将或日后建立。现综合成两类:滑坡动态要素和滑坡相关要素。这两类观测项目分述如下。

### (一) 滑坡动态要素观测

据金龙山地区滑坡形成条件、滑坡发育阶段、滑坡稳定性状况和滑坡对工程的危害程度,以及滑坡观测网的建网条件等,对滑坡动态要素作以下观测项目。

#### 1. 整体位移观测

这是按一定网格形式,用测量仪器对滑坡主要部位进行定期测量。它能获取滑坡整体运动的可靠数据,属滑坡综合观测的主要项目之一。

金龙山地区滑坡的主滑控制面〔下二叠统阳新组灰岩(简称阳新灰岩)顶底面〕可当作一个简单斜面,故观测网点可以集中布置于二滩水库高水位(海拔 1200 米)上下(海拔 1030—1350 米)就有足够的代表性。

### 1) 滑体水平位移观测

用横向视准线法来观测滑体的水平位移量。其观测精度高,观测数据可靠。当地海拔 1125—1350 米处布设有四条横向视准线。其中视准线 I—I' 用作施工期观测线,水库正常蓄水后即停止观测;视准线 II—II', III—III' 和 IV—IV' 用作长期观测线。视准线 I—I' 还将用来观测建库后,处于水库水位起落带内的滑坡位移情况,以掌握水库水位变化对滑坡稳定性的影响。

金龙山地区干湿季分明,年降水量的 80% 以上集中于 6—9 月。因此测次安排为:每年 7,11 月各测一次,以掌握地表或浅部的水平位移与降雨间的关系;每年 4 月测一次,以了解滑坡深部水平位移情况。

各观测点水平位移值全中误差  $\leq \pm 5$  毫米。

### 2) 滑体垂直位移观测

按国家二等水准测量标准,在金龙山 I, II, III 三个滑坡区的中段(海拔 1160—1280 米)布设了一条水准测量路线。它包含了横向视准线 I—I', II—II' 上的各个观测点、钻孔倾斜观测点 QS<sub>2</sub>, QS<sub>3</sub>, 以及平硐变形观测点硐。内的各点,以掌握各滑坡区中段(含地表和深部)垂直位移与水库水位起落间的关系。

测次安排为:每年 4,11 月各测一次。施测时将水准路线划分为几个测段,并尽量把有关视准线上的各观测点作为每个测段的端点,以提高观测精度,确保观测数据可靠性。

各观测点垂直位移值全中误差  $\leq \pm 3$  毫米。

### 2. 裂缝简易观测

这是整体位移观测的一种辅助手段。它的优点是:经济、直观、易测。其办法:1)在地表裂缝的两侧埋设观测桩或伸缩标尺,用钢尺测取位移量;2)在挡墙或房屋墙壁上的裂缝处安装机械式三向测缝计,用卡尺测取位移量;3)更为简易的是在裂缝处涂抹水泥条带和粘贴玻璃片等。这些办法在竖井和平硐中也适用。

### 3. 钻孔倾斜观测

钻孔倾斜仪可连续测量从地表至孔底的倾斜度,并计算出倾斜方向和水平位移量。据钻孔的水平位移曲线可确定滑面的准确位置。

金龙山地区滑坡的钻孔倾斜观测点共 5 个,分别布设于 I, II 两个滑坡区的主轴剖面线 A—A', B—B' 上海拔 1070, 1170, 1220, 1320 米四处。海拔 1070 米处的钻孔倾斜观测点 QS<sub>1</sub>, 用来观测水电站施工期间 I 区古滑坡的位移情况;海拔 1170 米处的钻孔倾斜观测点 QS<sub>2</sub> 与 QS<sub>4</sub>, 用来观测水库运营期间 I 区古滑坡和 II 区油库古滑坡的位移情况。

测次安排在仪器安装后一年内,每月测一次。嗣后视位移量大小,测次可适当增减。

### 4. 平硐变形观测

二滩水库运营期间, II 区油库古滑坡的前段和中段被淹,滑体处于饱水状态,岩土体物理力学性质急剧变化。水库水位消落而产生的强大的地下水静动水压力,既可使 II 区

油库古滑坡复活,又促使Ⅰ区深部蠕滑加剧,从而恶化了Ⅰ区深部稳定性。因此适时取得蓄水前后的深部稳定性资料,并加以比较,这对定量评价二滩水库运营期间Ⅰ区深部稳定性发展趋势有着重要意义。

Ⅰ区深部稳定性资料的取得,除有赖于钻孔倾斜观测点外,还有赖于平硐变形观测点。在平硐变形观测点硐内,设计有以下观测项目。

#### 1) 硐体倾斜变形及轴线伸长观测

用来测出:平硐底板在南北方向(硐轴走向)上,由各地层蠕滑差异而产生的倾斜变形;硐口—硐底由滑体运动变形使岩体松弛而产生的轴线伸长。

#### 2) 软弱结构面或滑面剪切位移观测

对阳新灰岩顶底面及其他可能产生相对错动的主要结构面,开展剪切位移量观测,以确定滑面的位置、层数及位移量。

#### 3) 岩层界面应力观测

阳新灰岩顶底面和上二叠统峨眉山组玄武岩内的大型似层面或断层面,是滑坡运动变形的应力集中之处。在平硐内最便于观测界面应力的集聚增大或松弛降低,以间接掌握滑坡的运动变形状况。

在Ⅰ区深部蠕滑速度极为缓慢,观测项目较多,观测点分布较为集中的情况下,平硐变形观测用自行研制的HP-2型滑坡遥测系统,并配以其他仪器。同时以机械量具和砂浆贴片等简易观测方法作相互印证。

平硐变形观测的主要仪器用:50329M型水平测斜仪,MD42811B型岩体变形测量仪,CY-2型液压应力计,HA-1P数据测量仪。

平硐变形观测的测次安排为:遥测仪器者每天测一次;其他仪器者旱季每月测一次,湿季半月测一次,特殊时酌情增减。

#### 5. 地下水常规要素简易观测

利用钻孔和平硐来观测由滑体运动变形而使原有的地下水网络受到破坏,以致各含水层和各出水点的水量、水位、水温、浑浊度及化学成分出现变化。

测次安排为:地下水化学成分每年取样分析一次,其他参数旱季每月测一次,湿季每月测四次。

#### (二) 滑坡相关要素观测

影响金龙山地区滑坡稳定性的主要因素是降雨和水库水位起落等。

##### 1. 降雨量观测

滑坡观测站所在地(海拔1350米)布设有常规气象观测仪器,海拔1730米(埡口)处布设一套遥测雨量计。

两个观测点上分别用:CR 21气象仪观测气温、湿度、降雨量、风速、风向等常规参数;UY-2型遥测雨量计观测降雨量。

降雨量警戒值定:1)降雨强度警戒值有两级:Ⅰ级是 $\geq 16$ 毫米/时或80毫米/24时;Ⅱ级是 $\geq 30$ 毫米/时或 $\geq 120$ 毫米/24时。2)降雨过程警戒值亦有两级:Ⅰ级为180毫米/连续过程;Ⅱ级为 $\geq 250$ 毫米/连续过程。

上列降雨量警戒值属应用性、地方性,仅适用于金龙山地区。Ⅰ级警戒值作为观测人员的责任警惕界限,Ⅱ级警戒值作为负责人的责任警惕界限。出现Ⅰ级警戒值时,负责人应立即加强观测。一般情况下,由负责人对达到Ⅰ级警戒值后所发生的异常现象作出处理,重大险情应报上级领导机关决策。

## 2. 水库水位观测

利用海拔 1130—1205 米攀枝花钢铁公司二滩粘土矿的运矿轨道,设立水库水位观测标尺,以观测研究水库水位变化与滑体运动变形之间的关系。

上述滑坡观测数据和有关数据,统由滑坡数据库系统加以综合处理。这是一个时效性很强的系统,即因素统计分析、运算能力(速度)、绘制图表等的功能很强。

此外,在设计金龙山地区滑坡综合观测方案过程中,对组建减灾防灾组织系统(如成立减灾防灾指挥部,制定群防避灾措施等)也作了考虑,以对付突发大型、特大型险情。

# A BRIEF INTRODUCTION OF INTEGRATED OBSERVATIONAL PLANNING OF LANDSLIDE IN JINLONGSHAN REGION

Li Pei Chen Zisheng

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*  
& *Ministry of Water Conservancy*)

## Abstract

The design principles of this planning are staged, scientific, composite and practical.

The observational contents of landslide consist of: stress variation of slope, motion deformation of sliding body and ground-sound of landslide, dynamic of groundwater and the factors (precipitation, earthquake) that of landslide occurring and developing.

The 10 landslide observational courses in the planning are: 1. the stress values of sliding plane or rock surface; 2. the horizontal displacement volume of sliding body; 3. the vertical displacement volume of sliding body; 4. the shear displacement volume of sliding plane; 5. the faulted volume and width of main joints and cracks (fissures); 6. the gradient of sliding body; 7. the gradient of boring; 8. the level, discharge and temperature of groundwater; 9. water level of reservoir; 10. the meteorologic factors of precipitation, etc.

The observational data of landslide should be comprehensively managed by the computer. In addition, the disaster reduction and prevention organizations (command post, landslide forecast and prevention disaster measures, etc.) should be set up.

**Key words** Jinlongshan, landslide, integrated observational planning, design principle, observational content