

二郎庙大型堆积体成因机制分析及稳定性预测

王军朝, 石胜伟, 李 波, 章 强

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

摘要:以二郎庙大型堆积体为例,从其成生环境地质背景和堆积体特征研究入手,通过动力地质学和斜坡演变(过程)分析法,对这一大型堆积体成因机制进行分析论证,继而形成对其稳定性初步评价,表明二郎庙堆积体整体式滑移破坏的可能性不大,但局部稳定性较差,在集中降雨和人类工程活动等诱发因素的作用下可能发生较大面积的失稳破坏。

关键词:二郎庙;复合堆积体;成因机制;稳定性评价

中图分类号:P642.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)07-0028-04

Analysis on Formation Mechanism of Large Accumulation in Erlang Temple and Estimation on Stability/WANG Jun-chao, SHI Sheng-wei, LI Bo, QIN Qiang (The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

Abstract: With the case of large accumulation of Erlang temple, demonstration was made on the formation mechanism with dynamical geology and the analysis on process of slope. And the primary evolution indicated that the integral sliding was impossible, but because of lower local stability, it was possible to have large-scale unstable failure induced by mass rainfall and human engineering activities.

Key words: Erlang temple; compound accumulation; formation mechanism; estimation on stability

斜坡稳定性评价与预测是斜坡工程研究的根本问题,也是斜坡研究中最难和最迫切需要解决的课题之一^[1]。作为岩质斜坡的变形、破坏类型及稳定性评价体系研究得较多,而对于已经历岩体变形、破坏和破坏后形成的土质斜坡的同类研究则相对偏少,且多停留于理论计算的基础上。实践证明,任何计算方法都必须建立在深入查明原型特征和做出符合实际情况的成因演化机制分析的基础上,从这层意义上来看,斜坡稳定性评价与预测应回归到对斜坡成因演化机制的客观分析,土质斜坡也不例外。本文拟结合某工程实例,对该类斜坡堆积体的成生环境、发育特征、分布规模及成因机制分析的基础上进行其稳定性初步性的评价与预测。

1 主要环境地质条件

该堆积体位于四川省江油市二郎庙镇雷家河村四组,兰—成一渝输油管线从其中前部横向穿过,绵—广高速公路于前侧通过。

1.1 气象背景

研究区地处亚热带山地季风气候,具有热量丰富、光照条件较好、雨量充沛等特点。多年平均降雨量 1200 mm 左右,且多集中在 7~9 月 3 个月内,占

年降雨量的 60% 左右。历史最大月降雨量 380 mm,历史最大日降雨量 300 mm,最长连续降雨天数 17 天;年平均降雪日数 4.8 天,积雪深度 < 8 cm。

1.2 地层背景

该区为侏罗系中统湖滨相沉积地层,根据层序建造和岩性特征差异可分为上下两段,上段以紫红色粉砂质泥岩、泥岩为主夹长石石英砂岩、岩屑砂岩,属软~较软类工程地质岩组,于斜坡前端零星出露;下段则为巨厚层状、块状石英砾岩与石英砂岩,属硬~极硬工程地质岩组,广泛分布于斜坡后端。

1.3 构造背景

根据前人在该区的研究成果,该区处于龙门山前陆相盆地构造单元之竹园坝开阔褶皱变形区,内部变形较为强烈,主要发育北东向核部较宽平的褶皱构造及叠瓦式逆冲断层,其形态特征如图 1 所示。对该区的影响主要表征为:(1)工作区处于天井山背斜的南东翼,为正断层的高倾角单斜岩层区;(2)侏罗系地层与下伏地层呈不整合接触关系,岩层产状 $N45^{\circ} \sim 55^{\circ}E/SE \angle 39^{\circ} \sim 46^{\circ}$;(3)基岩中发育 2 组构造裂隙($N23^{\circ}E/NW \angle 30^{\circ}$ 和 $N23^{\circ}W/SW \angle 54^{\circ}$),裂隙间距随机性较大,0.5~5 m 不等,裂面波状起伏,张开度 1~3 mm,延伸长度 2~5 m,根据节理赤

收稿日期:2008-05-31

作者简介:王军朝(1973-),男(汉族),陕西渭南人,中国地质科学院探矿工艺研究所工程师,岩土工程专业,从事地质灾害调查、评价工作,四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号。

平投影结论(参见图 2),在主斜坡方向上,即南东方 向上岩质斜坡处于相对稳定状态。

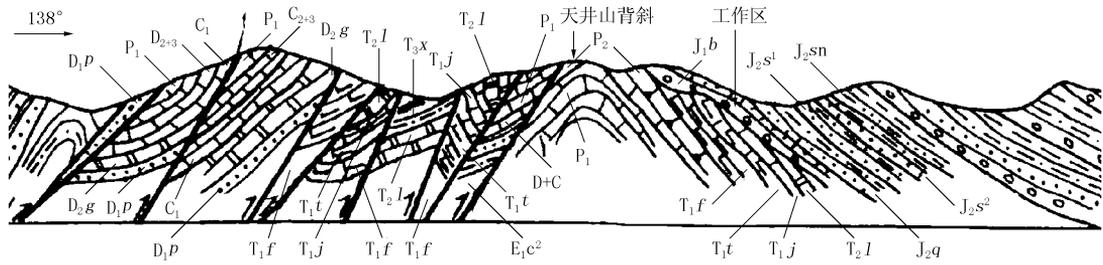


图 1 区域构造形式剖面图

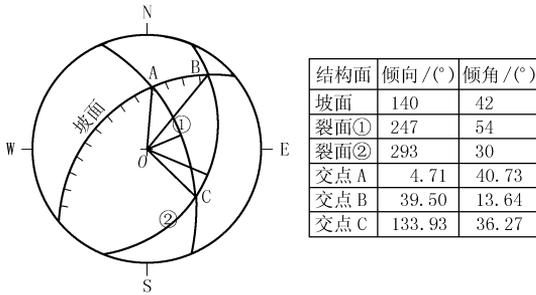


图 2 基岩节理赤平投影图

1.4 地形地貌

工作区处于紧密褶皱构造侵蚀中山之斜坡堆积地貌区,受区域构造作用的制约,斜坡走向沿北东向延伸,北西高,南东低,极端相对高差超过 200 m,同时受岩性差异影响沿斜坡倾向地形变化呈现平缓交替的过渡特征,缓坡段 5°~10° 为主,局部平缓近水平,陡坡段坡度 45°~60°,其中基岩出露段地形坡度与岩层倾角近于一致,体现岩层产状对原始基岩地形的控制作用。

2 堆积体特征分析

2.1 堆积体空间形态特征

堆积体空间形态特征与基岩出露情况密切相

关,主要为斜坡中部沿构造走向间断出露三段砾岩(两端与大面积基岩相连,中段呈“岛”状出露于斜坡中部),以及后部为砂岩、砾岩“隔栏”式沿走向展布,且在后槽段大面积缺失。受上述边界条件制约,堆积体主要分布于后凹槽和前扇形地段,以及中段“岛”砾岩相隔的两侧沟谷中,总体平面形态上具有上凹槽、下扇形的总体特点,以中部砾岩之稳定地层相隔,二者纵向长度比约为 3: 7(见图 3)。



图 3 研究区堆积体分布形态图

纵向剖面形态上后凹槽段堆积地形平坦,中部为稳定砾岩相隔,近存在零星砾岩块体,中前端扇形地段堆积地形平缓,且发育多级陡坡(坎),底部与基岩交接面与地形坡度近于一致,受岩性差异影响局部平坦,前扇形段典型剖面如图 4 所示。

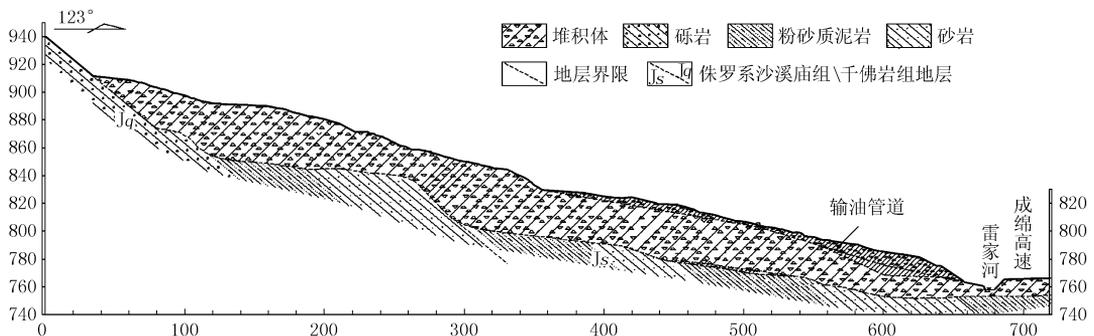


图 4 前扇形段斜坡纵剖面图

2.2 堆积体物质结构特征

2.2.1 物质组成

堆积体由第四系松散的或相对松散的弹塑性混

合岩土体组成,物质组分为碎石或碎块石夹细粒土,以及零星的砾岩块石和粘性土,土石比 8: 2~3: 7,碎块石成分砾岩为主、少量砂岩,以及砾岩风化解

体的卵砾石,主要来源于后侧千佛岩组砾岩和砂岩,岩石呈中风化~强风化,其粒径大小不等,0.5~3 m 为主,大者 8 m 以上,细粒土为砂质粘土或粘性土。

2.2.2 结构特征

该类堆积体属于土石混杂堆积,均有显著的非均质性、非连续性以及与之紧密相关的尺寸效应。二郎庙堆积体从表层分析具有后缘和沿冲沟、坳沟部位块体粒径相对较大,呈现水力作用和随时间风化解体差异的空间分布特征;在剖面上形成多期次、多韵律的堆积特征,表现为碎块石土、块石土、含碎块石粘性土多层次结构性,以及代表原始母岩、岩性风化差异的多层次性,说明堆积成因的复杂性,而非单次累积的结果。

2.3 堆积体地表水系发育特征

研究区地表水系主要由常年水流雷家河和 5 条主干季节性冲沟组成。该段雷家河分布高程约 760 m,沿构造线走向自北东向南西延伸(约 N45°E)且主要发育于泥岩地层区。据调查该河流最大水位涨幅约 6 m 左右,侧向侵、淘蚀常造成河段坍塌;主干季节性冲沟主要发育于松散堆积层上,总体切割深度不大,上缘多隐没于斜坡乱石堆之中,包括 1 号支沟的右半支和 5 号支沟的左半支均发育后部凹槽,空间形态上似以凹槽为中心的扇形发育。其具体形态参见图 5,坳沟主要分布于 3、4 号支沟左侧,为地表水汇流的主渠道。

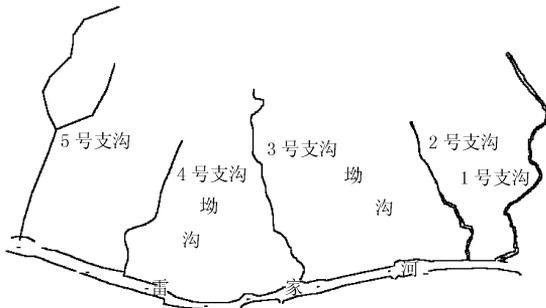


图 5 研究区堆积体地表水系发育特征图

2.4 堆积体变形特征

据野外踏勘查证,二郎庙大型堆积体现有变形主要集中于较陡的斜坡部位,以及冲沟侧缘的局部滑动和崩塌迹象,堆积体前缘沿雷家河一侧,由于河流向斜坡内侧的改道导致的边坡崩滑更为严重,特别是在雨季,常因崩滑作用导致河岸护堤的破坏,值得说明的是该类崩滑均与人类活动有关。总体而言,该区的变形多集于浅表部位,且与局部的陡变地形和地表水(或浅部地下水)发育规律保持一致,各类变形迹象空间联系较差,无滑坡整体变形迹象。

3 形成机制分析

3.1 堆积体成因类型

二郎庙堆积体是在复杂而特殊的环境地质条件下形成的。据钻孔资料和详细的野外调查揭示其主要表象为:(1)在堆积体同基岩之间不存在类似滑坡的、连续的主滑带,仅在局部堆积体内部存在不连续的软弱面(带);(2)在剖面上多序次、多风化差异、多岩性(虽以砾岩为主)的物质组成特征体现该堆积体非单次的滑坡形成,而为多次崩滑堆积体;(3)堆积体中块体粒径相对较大者分布于冲沟地段,以及后缘凹槽,前缘扇形的堆积分布特征,更体现为洪流堆积的特征;(4)优势结构面组合方向与斜坡倾向近于垂直,解释为沿斜坡方向发生巨型崩塌的可能性亦较小。因此,对于这种复杂堆积体多解性,本文认为二郎庙堆积体不是单一的滑移性,也不是纯粹的重力崩塌堆积体,而是一种崩塌堆积、崩滑堆积以及洪流或泥石流堆积混杂的复合地质体。

3.2 成因过程机制分析

从地质作用的宏观角度分析,斜坡演化过程是内、外地力地质动力耦合作用的结果,内动力地质作用驱动地壳运动,并导致地球表层山体或松散堆积层的变形,外动力地质作用的基本规律是夷平作用,它不断地促使山体解体和剥蚀,造成岩土体的运移并在低洼处堆积^[2]。具体到该斜坡的演变过程机制,从以下几个方面进行论述。

3.2.1 构造背景

一方面该区处于复杂构造背景下的强烈褶皱上升影响区,随着地壳隆升,河水下切侵蚀作用加剧,二者的同步耦合作用加大了地形高差,同时不断改变斜坡形态和山体表层应力状态,为岩质斜坡的变形、破坏提供了有利的空间条件和岩土体结构条件;另一方面从裂隙的发育优势方向来看,优势结构面与斜坡坡向近于垂直,这点与实际调查后缘凹槽段新近堆积体的优势方向一致,结合堆积体两侧顺坡向现存砾岩陡壁前端的特征分析,表明沿斜坡方向发生较大规模的崩塌的可能性较小。

3.2.2 岩性特征

岩质斜坡的基本破坏形式通常包括风化剥落、扩离-落石、崩塌和滑坡^[3]。从岩性角度来看,该区包括 3 大岩类:砾岩、砂岩和泥岩。沉积过程的层次性差异,决定了其抗风化、侵蚀和剥蚀能力差异,在同种构造背景下,岩体向松散堆积体的转化方式各不相同,在条件具备时均可形成滑坡,砾岩以崩塌、落石为主,砂岩兼有崩塌、落石和风化剥蚀,泥岩

则以风化剥落为主。

3.2.3 斜坡结构

斜坡结构是指斜坡岩土体结构及其与坡形间的组合关系,大量的调查资料显示,正是这些斜坡岩土体内部结构及其与坡面的组合关系与斜坡的稳定性和岩质斜坡的破坏类型有着非常明显的对应关系。该段斜坡以顺向伏倾坡为主,结合该区岩性总体上具备上硬下软分布特征,前段以风化剥落为主、砂岩层的小型崩塌与落石为次,以及局部地段前缘临空时可能形成滑坡灾害;后段沿斜坡方向的扩离-落石和侧向(北西向)的崩塌为主,以上物质形成为进一步的物质运移提供了较为充足的物质条件。

3.2.4 堆积特征

从堆积体的空间堆积特征来看,前扇形后凹槽的堆积特征,以及砾岩在走向上分布较连续的特征分析,前缘扇形物质正是后缘凹槽物质的运移而成,结合到砾岩层沿走向分三段分布和两侧为掩埋、隐没冲沟特点分析,后缘物质以滑坡方式运移到前侧并堆积的可能性不大,应为递次演变中一次(或几次)较大规模山洪、泥石流运移的结果。据沿线邻侧区域的调查,这种沿沟谷呈扇形堆积的现象并不鲜见。

3.2.5 外动力作用

除斜坡演变过程重力地质作用外,地表水流的剥蚀和搬运作用成为主要外动力条件:一方面是斜坡演化过程中前段河流的不断下切侵蚀;另一方面是该区降雨量丰富,受岩性差异横向各级冲沟较为发育,为地表水的集中汇流提供充足条件,亦为该区第四系堆积体的运移提供了动力条件。

4 稳定性初步评价

4.1 斜坡结构分析

该段斜坡下伏基岩为伏倾坡(即基岩倾角大于斜坡坡脚,前缘无基岩层面露头),中前段基岩由砂泥岩互层状组成,受岩性差异影响与第四系接触面为台阶状,总体产状平缓,沿基岩层面和基岩面难以形成统一的圆弧或直线形滑移面整体滑移面。

4.2 物质结构分析

堆积物为多期次复合堆积结果,多层次的粘性土、含碎块石粘性土、碎块石土物质组成,结构相对致密,无统一层面结构和递进层序,总体结构稳定性较好。

4.3 影响因素分析

从地形坡度来看,中前段地形坡度总体较缓

(约为 15°),相对于含碎块土堆积物属于较为稳定的自然坡角;同时该区支沟、坳沟较为发育,为大量降雨和浅表地下水的排泄提供较为充分的途径,减少了地表水的集中入渗,不利于大型滑坡的形成;结合该区的人类工程-经济活动相对于整个斜坡而言,人类工程活动强度不大。

4.4 变形因素分析

堆积区现有的变形破坏多集于浅表部位,且与局部的陡变地形和地表水(或浅部地下水)发育规律来看,各类变形迹象空间联系较差,无滑坡整体变形迹象,就现状而言整体处于基本稳定状态,局部失稳破坏应是研究的重点。

目前冲沟两侧、陡坡地段,以及前缘临雷家河侧沿线崩塌和滑坡灾害时有发生,说明局部稳定性非常严重。此外在特大暴雨和人类活动作用下,极不稳定,有可能造成较大面积的滑移或碎石流灾害,成灾的可能性极高,一旦破坏,治理难度极大。因此,针对这类堆积体的复杂性、特殊性和易成灾的特点,在不考虑自然因素的影响下,有效的办法是针对性地加强监测措施,避免过大的人为扰动,防止大面积的失稳破坏。

5 结论与讨论

(1)二郎庙大型堆积体是在复杂而特殊的环境地质条件下形成的。

(2)堆积体成因类型包括崩塌堆积体、崩坡堆积体、洪流或泥石流堆积体,它们是协调快速地壳抬升和河流下切形成的陡坡相互作用的产物,属于典型的内外动力耦合作用的多期次、成因复杂的复合堆积体。

(3)斜坡整体稳定性较好,局部稳定性较差,在降雨和人类工程活动等情况下,已经发生、也极有进一步引起较大面积的地质灾害。

(4)斜坡堆积分布范围广,一旦出现大的变形破坏,治理难度大,因此应加强斜坡的变形监测,并从技术角度采取更为量化的评价措施,特别是针对土石混合体结构斜坡稳定性研究。

参考文献:

- [1] 谢全敏,夏元友.岩质边坡稳定性的可拓聚类预测方法研究[J].岩土力学与工程学报,2003,22(3):438-441.
- [2] 王思敬.地球内外动力耦合作用与重大地质灾害的成因初探[J].工程地质学报,2002,10(2):115-117.
- [3] 陈喜昌,石胜伟,胡时友.斜坡地质灾害的空间预测问题[J].工程地质学报,2007,15(2):179-185.