

水对边坡稳定性影响探讨

李 强

眉山职业技术学院 四川 眉山 620010

摘 要：对岩土体边坡稳定性产生影响的水，可简单概括为地表水和地下水。地表水主要以冲刷、侵蚀作用改变岩土体边坡稳定性，地下水则是通过对岩土体边坡产生作用从而使其稳定性降低。按对岩土体边坡不同作用属性，地表水和地下水对岩土体边坡主要可以产生力学、物理、化学三方面的作用。

关键词：边坡；稳定性；水

我国是地质灾害频发的国家，2018年地质灾害造成了105人死亡，70余人受伤，直接经济损失达到14.7亿元^[1]。其中滑坡、泥石流是主要的地质灾害，占到所有地质灾害的65.4%，而自然因素是造成滑坡、泥石流地质灾害的主要原因，尤其是在雨后、雨季和解冻时期是滑坡发生的高峰期，由此可见水的作用与大多数的边坡失稳有着紧密的联系，而研究水对边坡稳定性的影响具有重要意义。前人对此已有一些研究，主要是集中在水对边坡力学方面的影响。通过总结已有研究成果，总体来说，影响边坡稳定性的因素可简单归纳为内部因素和外部因素。其中内因包括边坡岩土体成分、结构和性质等；而外部因素主要有水、振动、边坡形状及表面形态等。作为影响边坡稳定的外部因素之一的水，是通过改变边坡内部岩土成分、结构，进而改变其物理力学性质，最终对边坡产生破坏作用，是边坡失稳不可忽视影响因素。

一、水对边坡稳定性影响概述

影响边坡稳定性的水由地表水和地下水两类组成。地表水形成方式主要是大气循环自然降雨及冰雪融化等，地下水指地表以下存在的不同形式的水。两类水对边坡稳定的影响不完全一样。地表水对土质边坡主要产生侵蚀作用，包括面状侵蚀和沟状侵蚀。而岩质边坡强度较土质边坡强度更高，所以地表水对岩质边坡的侵蚀作用不大。从边坡稳定性分析，地下水的作用最终通过增加滑坡体重量从而增大下滑力和降低滑动面的力学参数从而减小抗滑力这两种方式降低边坡稳定性。从具体作用效果分类来看，根据水对岩土体的作用属性不同主要可以产生力学、物理、化学三方面的作用。

二、水对边坡的力学作用

随着水在岩土体边坡中的赋存和运动形式的变化，对边坡产生的力学作用也在不断变化，其力学状态分为静水压力和动水压力，主要作用形式为静水压力、浮力、渗透水压力等。

静水压力是指静止液体对其接触面上所作用的压力^[2]，岩土体受到的静水压力主要考虑边坡面的静水压力和边坡裂隙的静水压力。当水淹没边坡而边坡的表面相对不透水即

边坡岩土体为隔水介质时，水会对坡面岩土体产生方向垂直于坡面的静水压力。这种情况的静水压力对边坡的影响主要取决于边坡滑动面的倾角与边坡倾角的差值：当差值为负时，坡面静水压力的切向分量可以抵消一部分下滑力，增大边坡的抗滑力，增强边坡稳定性；当差值为正时，坡面静水压力的切向分量方向与下滑力方向一致，减低边坡抗滑性能，减弱了边坡稳定性。水存在于边坡裂隙中时，会产生方向与裂隙面正交的静水压力，大小与裂隙水水头正相关^[3]。

水对岩土体的浮力作用是指孔隙水压力对岩土体的自重的消减，导致岩土体的有效重度降低。岩土体受到的浮托力是指沿滑坡底面分布的静水压力，浮托力对边坡滑坡地面有托举作用，可减轻坡体的有效重量，增加滑坡可能性。

对于透水性较好的岩土体边坡（边坡岩土体为透水介质），由于内部存在水头差，使地下水能够在岩土体中流动。这种渗透流动对岩土体介质产生的作用力可称为渗透水压力（动水压力），方向与流动方向相同，分布与大小取决于地下水在岩土体边坡中的水力梯度^[4]。降雨过后，地表水的渗透使边坡水头差增大，在坡体内产生较大水力梯度从而增大动水压力。如果岩土体中有细小的土颗粒，可能导致边坡内出现管涌和流沙这两种不利现象。在实际岩土体边坡中，渗流场与应力场之间存在相互作用和影响的关系，我们称之为耦合关系。这种关系十分复杂，涉及的理论还不够完善，不能进行定量分析，因此工程实践中一般会对岩土体边坡水力学模型进行一定的简化。因为水对岩土体边坡的作用力可能只有一种存在，也可能多种力同时作用，所以要对不同结构类型的边坡，综合考虑其水文地质环境、边坡岩土体介质类型，来判定水对边坡的力学效应。

三、水对边坡的物理作用

水对岩土体边坡的物理作用是多方面的，具体表现为改变岩土体材料的物理力学性质、对边坡的冲刷以及对岩土体的软化作用。

材料物理力学性质。土体是由固液气三相组成，即土中除了存在土颗粒以外，还有水和空隙。当土含水量增高时，土体的自重相应增加，增加的自重一部分转化为下滑力，导

致边坡稳定性降低。含水量的增大在增加土体自重的同时也会改变土体的强度参数。根据摩尔-库伦破坏准则,土体的抗剪强度与粘聚力、内摩擦角这两个土体强度参数相关。在含水量逐渐增加的时候,上述两个强度参数都表现出变小的趋势,其中粘聚力变化十分明显^[6]。所以,随着含水量的增加,会导致致土体自重增大和强度参数值减小,这两方面的变化都不利于边坡稳定。

冲刷作用。水在渗流过程中会带走岩体孔隙和其他结构面中的充填物或者胶结物,还会磨平岩体的粗糙岩面,降低岩体的摩擦系数,从而影响岩体的稳定性。河谷边坡经水流冲刷后容易出现侵蚀下切,从而截断边坡岩土体底部滑动面使岩土体临空,导致滑动或崩塌。在雨水作用下,坡面松散的土颗粒随着水在坡面一起流动而被冲走。夏季暴雨频发,在大量雨水形成的高速水流冲刷下,坡面土及碎散石颗粒被冲走后会出现沟槽和低凹地,当水超过了沟槽或低凹地的蓄水能力后开始形成现状流。现状流聚集进而形成股状水流,这种水流聚集现象使坡面遭受更强的冲刷作用。

软化作用。水对边坡岩土体的软化作用是指岩土体遇水浸泡时出现强度降低的现象。石质岩体中的水能够将固结岩石颗粒的胶结物质溶解,使岩石内部的起到联结作用的胶结物质减少,强度降低。土质岩体可以吸附土体中的水,减少土颗粒间的表面摩擦接触,降低土体强度。对于湿陷性黄土边坡,遇水后坡体将发生急剧变形,导致边坡变形破坏。

四、水对边坡的化学作用

水除了对边坡产生复杂的力学作用和冲刷、软化等物理作用以外,还可以与构成岩体的物质发生离子交换,对岩体产生溶解、水解、碳化等作用。杨昌键等^[10]研究了水化学作用对边坡变形的影响,结果表明,水会对岩土体产生一系列诸如水解、碳酸化作用等化学反应,使岩土体的矿物成分发生改变,这种反应导致了岩土体微观结构的破坏。水对边坡的化学作用导致了岩土体微观结构发生变化,从而改变岩土物理力学特性,是导致边坡变形的最根本原因。对于十分坚硬致密的弱风化基岩,在其内部也会存在着大量细微裂隙,在裂隙中矿物颗粒或晶体发生化学反应,使原矿物分解并生成一些新的矿物,而某些新生矿物具有高度的分散性,这种作用逐渐地降低了岩土体的强度。在岩土体遇水的情况下,受水化学作用后产生的易溶矿物随水流失,而难溶或结晶矿物则残留原地,结果致使岩土体的孔隙增大,岩土体因此变得松散脆弱。水的化学作用和气温等物理作用相配合,将加剧岩体的风化作用,使岩体的破坏更加严重。从对边坡影响的方式来看,水对边坡的物理作用和化学作用不同,前者具有快速、突发的特点,而后者是一个长期而缓慢

的过程。

五、结语

水主要是通过多方面的作用来改变边坡稳定性,其本质是改变影响边坡稳定的内部因素,是导致边坡失稳、滑坡、泥石流等灾害的重要原因。水对边坡的作用力由静水压力、浮力、浮托力、渗透水压力中的一个或几个力构成,并不一定是全部。与对边坡影响相对缓慢的水化学作用相比,水对边坡的物理作用往往具有突发性,对边坡稳定构成较大威胁,应引起工程人员足够的重视。在边坡工程设计过程中,要充分考虑水对边坡力学作用的构成,避免力学分析时出现作用力的重复或者遗漏;在边坡施工过程中,工程人员在项目不同建设阶段都要对水对边坡的物理作用高度重视,采取合理有效的引排水措施,以减少水对边坡的物理作用效果,避免突发的边坡失稳;在边坡使用过程中,尤其是在雨季来临之前,要及时检查边坡的引排水设施,若有堵塞、损坏等影响排水通畅的情况,管理人员必须采取清理、维修、新建等合理有效措施,最大限度的减小水对边坡的不利影响。

参考文献:

- [1] 中国地质调查局. 全国地质灾害通报(2018年)[R]. 中国地质调查局发展研究中心. 2019, 12(04):21-20+28.
- [2] 吴顺川. 边坡工程[M]. 北京:冶金工业出版社, 2017. (11):12-20
- [3] 赵艳, 郭明珠, 周智, 黄鑫峰. 水对边坡稳定性的影响及边坡的加固措施分析[J]. 工业建筑, 2006(S1):758-760.
- [4] 刘明发, 赵毅博, 张静. 地下水对边坡稳定性影响[J]. 水利科技与经济, 2018, 24(04):20-25+38.
- [5] 何满潮, 姚爱军, 鹿粗, 武雄, 姜衍祥, 王旭春, 张晗. 边坡岩体水力学作用的研究[J]. 岩石力学与工程学报, 1998(06):662-666.
- [6] 殷晓红, 刘庆元. 地下水压力对边坡稳定的影响[J]. 湖南冶金, 2000(05):31-33.
- [7] 胡其志, 周辉, 肖本林, 肖衡林. 水力作用下顺层岩质边坡稳定性分析[J]. 岩土力学, 2010, 31(11):3594-3598.
- [8] 叶华成. 水对边坡稳定性影响的研究[J]. 路基工程, 2005(04):38-40.
- [9] 胡宪铭. 水对边坡稳定的影响及其防治[J]. 金属矿山, 2009(S1):736-739.
- [10] 杨昌键, 李邵军, 赵蔚东, 韩艳芬. 水化学作用对边坡变形的影响初探[J]. 公路交通技术, 2002(S1):48-51.