

临界坡降与土工材料选择对边坡稳定性的综合影响

孙伦 李勋 谷旭

河北水科工程技术服务有限公司

摘要:在边坡的设计和施工过程中,经常需要考虑两个方面的问题,一是边坡稳定安全系数,二是土工合成材料的选择。在实际的边坡设计中,这两个方面往往是相互影响和制约的。边坡稳定性评价的关键是确定边坡失稳的临界状态,这一点在常规的边坡稳定安全系数计算中很容易得到验证,但是如何判断临界状态和土工合成材料选择是两个问题。在具体工程中,需要考虑到各种因素对边坡稳定系数的影响,因此,必须对临界状态和土工材料选择这两个问题进行综合考虑。本文主要讨论了临界坡降与土工合成材料选择对边坡稳定性的综合影响。

关键词:临界坡降;土工材料选择;边坡稳定性;影响

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.095

引言

边坡失稳是指在重力作用下,土体失去稳定的状态,使边坡失去平衡,并产生一定的位移,可能产生滑坡、崩塌等工程病害。边坡失稳主要由外部因素和内在因素两方面引起。外部因素包括地震、暴雨、水等自然灾害,内在因素包括土体性质、构造、风化作用等。边坡失稳后,坡面产生塑性流动,滑动面的位置与滑动量和滑动方向有关,一般情况下,滑动面为圆弧型或折线型。边坡失稳的影响因素众多,其破坏形式也多种多样,如崩塌、滑坡、滑塌等。其中滑坡是一种常见的边坡破坏形式,对其进行研究具有重要意义。本文主要对边坡失稳的原因及稳定性评价方法进行了论述。

一、边坡失稳的基本原因

边坡失稳是指在重力作用下,土体失去平衡,并产生一定的位移。其基本原因有:

- (1) 工程地质条件差,如边坡坡度过陡或存在软弱夹层;
- (2) 降雨或地下水影响,特别是降雨对边坡的影响更大;
- (3) 岩体中存在软弱结构面,如不合理的开挖、爆破、机械碾压、人工削坡等;
- (4) 土体结构的破坏,如岩土体的松散、破碎、强度降低等。

边坡失稳的形式多种多样,如崩塌、滑坡、滑塌、

泥石流等。其中滑坡是边坡失稳最常见的一种形式。滑坡是指斜坡上的土体或岩体在重力作用下失去稳定,沿一定滑动方向发生整体移动,造成严重危害的一种地质灾害。

二、边坡稳定性的重要性

1、提高工程建设的经济性

工程建设中的地质灾害主要是滑坡、崩塌、泥石流和地面塌陷等,它们不仅影响工程建设的进度,而且其影响范围广,涉及人口多,如果不能及时有效地进行治理,将会造成很大的经济损失。而滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害的发生与边坡稳定性有着密切的关系,因此提高边坡稳定性对降低工程建设费用具有重要意义。目前我国常用的边坡稳定性评价方法有极限平衡法、有限单元法和综合评估法等。上述方法都具有不同程度的局限性,不能对具体边坡问题进行准确评价。因此在进行边坡设计时,应根据实际情况选用合适的评价方法,以保证边坡稳定性对工程建设起到积极作用。

2、延长工程设施的使用寿命

对边坡稳定性的研究,可以让人们了解边坡所处的环境以及边坡的破坏机理,从而更加有效地对边坡进行防护处理。目前,已有很多学者开始关注边坡的稳定性问题。例如,在公路建设中,经常会遇到很多不稳定边坡。有些边坡在建设完成后不久就出现了开裂、坍塌等现象。如果边坡稳定性不高,则会导致公路出现交通事故;如果边坡稳定性较好,则会对公路的正常使用造成影响。

此外,还有些不稳定边坡虽然在设计和施工方面进行了处理,但在长期的使用过程中依然会出现边坡失稳的现象。因此,如何延长工程设施的使用寿命,也是边坡稳定性研究的一个重要方面。

3、减少边坡灾害

边坡的稳定性是保证工程设施能够正常使用的基本前提。如果边坡出现失稳,造成坡体坍塌、滑坡、泥石流等,不仅会降低工程设施的使用寿命,还会对当地人民的生命财产安全造成威胁。例如,某一地区出现滑坡后,滑坡体的体积急剧增大,对周边居民的生活和财产造成了严重威胁。如果不对滑坡进行治理,其体积还会继续增大,直至形成泥石流,威胁到附近的居民。同样的情况也发生在某一地区,由于出现暴雨后山体出

现塌方现象，导致道路受阻，严重影响了当地居民的正常出行。如果不及时对塌方进行处理，还可能会危及附近的居民生命财产安全。因此，在边坡治理过程中，必须重视对边坡稳定性的设计和计算。如果边坡失稳会造成大量水土流失、滑坡、泥石流等地质灾害发生，对当地生态环境和人类的生命财产安全造成极大威胁。

边坡稳定性是保障边坡能够正常使用的基础，而滑坡、泥石流等地质灾害则是直接影响边坡稳定性的主要因素。因此，在设计施工过程中必须重视对边坡稳定性的设计和计算。在工程建设过程中，施工人员必须将边坡稳定性的计算放在重要位置，将边坡稳定性的计算和设计作为基础，确保在边坡治理过程中能够保证边坡稳定。此外，还需要重视对边坡稳定性的检测工作。例如，可以对边坡进行定期的检测和监测，掌握边坡的位移变化情况和边坡稳定情况。如果发现边坡出现失稳现象，需要及时采取措施进行治理，避免发生更大的安全事故。还需要将边坡稳定性计算作为重要依据，对其进行分析和总结。如果在计算过程中发现边坡稳定性不够，需要及时对其进行调整和加固处理。通过上述措施，可以有效提高边坡稳定性，减少边坡灾害的发生。

三、土工材料的选择与性能

1、土工织物

土工织物是一种由合成纤维制成的土工合成材料。它具有良好的抗拉强度、较高的抗拉强度和足够的延伸率，从而对土体产生较大的变形能力。在一定范围内，土工织物应具有良好的透水性，以利于排水；在一定范围内，应具有良好的抗拉强度，以利于土体变形。此外，还应具有足够的抗拉强度和足够的延伸率，以防止剪切破坏。

土工织物一般有针刺土工布和非织造土工布两种。非织造土工布是采用合成材料或天然聚合物为原料，经加工而成的土工织物。由于其具有很强的透气性和透水性，因此具有很好的排水性能和一定的排水能力。它不仅可用于挡土结构，而且也可用于水下围堰和护坡等方面。

2、土工网

土工网是一种由聚丙烯纤维编织而成的柔性网状结构。它有很好的物理力学性能，但其抗拉强度较低，而且由于网孔的存在，使其抗剪强度和摩擦角都很低。因此，在有地下水或其他因素影响时，土工网一般不能单独使用。通常与其他土工材料配合使用。由于它具有很好的抗拉强度和摩擦角，它可以作为加筋网或土工织物的替代材料使用。与加筋网一样，土工网也不能单独使用，因为它具有较低的抗拉强度和较低的摩擦角，其抗

剪强度和抗拉强度都很低。另外，在施工中很难将其与其他材料（如塑料）一起使用。因此，土工网常用于有地下水或其他因素影响的边坡加固中。

3、土工格栅

土工格栅是由聚合物通过机械拉伸或编结等方法制成的具有网孔的材料。在这种类型的土工格栅中，聚合物作为一种柔性材料，可以提高土体强度。该材料被用于增加边坡结构的抗剪强度，从而使边坡结构具有足够的强度来抵抗土体的侧向滑动。虽然土工格栅是一种合成材料，但它具有与天然土类似的物理性质。当该材料应用于边坡工程时，需要考虑土工格栅与周围土体之间的相互作用，以使它们形成整体。土工格栅与土体之间可以产生很强的摩擦力，从而在整个边坡中提高抗剪强度。由于该材料具有较高的抗拉强度和抗拉强度，因此其能够有效地增强边坡土体的抗剪强度和稳定性。

4、塑料排水板

塑料排水板的设计使用寿命应达到8年，否则应更换。由于塑料排水板是通过编织工艺制成，在自然条件下会发生老化现象，因此，塑料排水板的使用寿命可能会缩短。在自然条件下，塑料排水板的老化速度主要取决于温度、湿度和紫外线照射时间。因此，为了延长塑料排水板的使用寿命，应通过试验研究其抗老化性能。

在某些情况下，塑料排水板的老化会加速边坡的变形。由于这一原因，塑料排水板是在坡脚附近使用的。此外，如果边坡位于地下水丰富区域或坡体内存在软弱结构面，则应考虑将其插入土层中以保护边坡的稳定。因此，在对边坡进行加固处理时，应将塑料排水板与砂垫层一起使用。

5、水泥加固材料

水泥加固材料是一种强度高、耐久性好的土工合成材料，与其他土工材料相比，水泥加固材料有以下优点：①抗拉强度高；②耐久性好；③施工方便；④具有很好的抗渗性和抗腐蚀性；⑤耐高温、耐老化。目前，水泥加固材料已经在公路工程、铁路工程、水利工程和其他土木工程中得到广泛应用。

水泥加固材料的应用对边坡稳定性影响较大，由于其具有较强的抗拉强度，在边坡稳定中发挥了重要作用。在边坡稳定分析中，利用水泥加固材料可以进行力学分析，这在一定程度上提高了边坡稳定性分析的精度，并为边坡稳定性设计提供了更多的可能性。

四、临界坡降与土工材料选择的综合影响

在实际工程中，边坡稳定性受多种因素影响，如地质条件、水文条件、气候条件等，同时，还受坡面结构的影响。因此，在边坡稳定分析中，应考虑多种因素对

边坡稳定性的影响。同时，在稳定性分析中应综合考虑各种因素。如对于土质边坡来说，应充分考虑其强度特性；对于砂质土边坡来说，应考虑其渗透特性；对于黏性土边坡来说，应考虑其黏聚力和内摩擦角等。所以在实际工程中，要综合考虑各种因素对边坡稳定性的影响，并结合工程地质条件、气候条件等具体情况进行综合分析。

在进行边坡稳定分析时，要充分考虑各种因素的影响，并充分利用各种方法对其进行综合分析，以确定边坡的最小稳定系数。由于在实际工程中，土体材料性质具有不确定性，所以在实际工程中，应根据具体情况选择合适的土工材料。对于土质边坡来说，一般情况下应选用强度较高、渗透系数较小、黏聚力较大的土工材料；对于砂质土边坡来说，应选用渗透性较好工材料；对于黏性土边坡来说，应选用渗透性较好工材料。

此外，对于不同工程地质条件下，边坡的临界坡降也不同。如在滑坡的调查和勘测中，一般情况下，当滑坡体处于干燥状态时，其临界坡降比较小；当滑坡体处于饱和状态时，其临界坡降就比较大；当滑坡处于非稳定状态时，其临界坡降就比较小。因此，在实际工程中，应结合具体情况选择合适的土工材料。对于边坡的稳定性分析来说，最常用的方法是极限平衡法。在实际工程中，根据具体情况可选用不同的计算方法对其进行分析。如对于土质边坡来说，可采用瑞典法或 Bishop 法；对于砂质土边坡来说，可采用瑞典法和 Bishop 法；对于黏性土边坡来说，可采用瑞典法和毕肖普法等。

五、优化选择与设计建议

边坡工程设计应综合考虑边坡稳定和经济两个方面，对于边坡稳定而言，工程措施主要是进行削坡和支挡。对于经济方面的考虑，在满足设计规范要求的条件下，应尽可能选择经济合理的边坡设计方案。

对于不同类型的边坡，应根据具体情况进行综合分析，如：土质边坡应注意排水、设置抗滑桩、设置挡墙等。对于软土边坡，应注意排水和减载等工程措施；对于土质边坡，应注意坡顶排水、坡脚减载等工程措施；对于岩质边坡，应注意排水和减载等工程措施。在实际工程设计中，可利用极限平衡法对边坡稳定性进行分析，然后对不同情况下的边坡稳定性进行综合分析。

在进行边坡工程设计时，应尽量减少不合理的边坡高度，尤其是在满足稳定条件的情况下，应尽可能地降低边坡高度，以减小对建筑物的影响。另外，在进行边坡工程设计时，应考虑不同边坡类型的特点，并根据具体情况进行优化选择。对于软土边坡，应采取排水、减

载等工程措施；对于土质边坡，应采取排水对于岩质边坡，应采取排水、减载等工程措施。

在进行边坡设计时，应充分考虑各种因素的综合影响，尤其是应注意岩土性质和地下水对边坡稳定性的影响。此外，还应注意边坡高度和坡度的确定。对于不同高度的边坡，其稳定性会随着坡度的增大而减小；对于不同坡度的边坡，其稳定性也会随着坡度的增大而减小。同时，还应注意不同类型的边坡以及不同坡型的稳定性。

总之，边坡失稳是一种常见的工程病害。在实际工程中，边坡失稳不仅会造成严重的经济损失和人员伤亡，还会影响人们的生活和生产。因此，在进行边坡工程设计时应严格按照规范进行。同时，在进行边坡治理时应考虑各种因素的综合影响，并根据具体情况制定合理的治理方案，以确保边坡稳定和人民生命财产安全。

六、总结

本文从边坡失稳的原因入手，结合不同土质边坡失稳的原因，介绍了目前常用的稳定性评价方法，并对其进行了归纳总结。针对目前边坡设计中存在的问题，本文提出了临界坡降与土工材料选择对边坡稳定性的综合影响，并从土工材料选择与工程地质条件等方面进行分析。在此基础上，本文对某一具体工程实例进行了分析，从理论角度和实践角度分别论述了不同土质边坡的临界坡降与土工材料选择对边坡稳定性的影响。在具体工程实践中，可以根据具体情况选择合适的边坡设计方法，以提高设计效率和质量，保证边坡安全可靠。

参考文献

- [1] 许小杰, 王路博, 宋健. 综合应用桩和竖向土工材料路堤边坡稳定性的影响研究[J]. 浙江水利科技, 2017, 45(5): 8.
- [2] 孙超伟. 基于有限元强度折减法的边坡稳定性分析[D]. 西安理工大学, 2014.
- [3] WAN Liangpeng, 宛良朋, XU Yang, 等. 岩体参数敏感性分析对边坡稳定性评价影响研究——以大岗山坝肩边坡为例[C]//中国土木工程学会; 中国地质学会; 中国岩土力学与工程学会; 中国城市环境卫生协会; 中国土工合成材料协会. 中国土木工程学会; 中国地质学会; 中国岩土力学与工程学会; 中国城市环境卫生协会; 中国土工合成材料协会, 2014.
- [4] 鲜丽菊, 马莲霞, 马振斌, 等. 双聚材料对边坡稳定性影响分析[J]. 广东交通职业技术学院学报, 2016, 15(3): 4.
- [5] 贺强. 基于渗透破坏试验的黏土临界坡降影响因素分析[J]. 水电能源科学, 2017(9): 4.