

# 岩土施工中的边坡支护加固与施工关键技术研究

## Research on Key Technologies of Slope Support Reinforcement and Construction in Geotechnical Construction

李开华 付仁俊

Kaihua Li Renjun Fu

深圳市爱华勘测工程有限公司 中国·广东 深圳 518111

Shenzhen Aihua Survey and Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518001, China

**摘要:** 在岩土工程建设中, 边坡支护的施工技术是避免产生边坡不稳状态时对施工系统的安全性所造成的影响, 从根本上解决产生边坡不稳状态的因素。通过分析影响边坡稳定性的主要因素, 结合岩土工程建设中最常用的边坡加固技术, 力图对边坡加固建设提供参考, 减少在边坡失稳条件下坍塌事故的发生。

**Abstract:** In geotechnical engineering construction, the construction technology of slope support is to avoid the impact of the safety of the construction system when the slope instability, and fundamentally solve the factors of slope instability. By analyzing the main factors affecting the stability of slope and combining with the most commonly used slope reinforcement technology in geotechnical engineering construction, this paper tries to provide reference for slope reinforcement construction and reduce the occurrence of collapse accidents under the condition of slope instability.

**关键词:** 岩土施工; 边坡加固; 建筑施工技术

**Keywords:** geotechnical construction; slope stabilization; building construction technology

**DOI:** 10.12346/se.v5i2.8699

### 1 地质灾害简述

地质灾害是指在自然环境和人为因素的影响下产生的, 对人们生命财产带来的经济损失、对自然环境产生损害的现象。地质灾害在时间与空间上的分布规律, 既受制于人类, 也与自然界运动密切相关, 往往是人们与大自然互动的产物。

全国各地的“双宜小村”建设、“城中村”“旧区改造”均离不开边坡加固, “宜住宜业”建设让村庄“看得见月亮, 忆得起乡愁, 留得住记忆”, 以下面工程案例就边坡施工加固中的技术要点做探究, 主要就边坡稳定性影响因素、加固技术、质量保证措施三个方面来阐述。

### 2 工程案例

某镇的山塘周边边坡深9~30m不等, 坡面在 $60^\circ$ , 呈“L”字形, 山体边坡基本被植被所遮盖, 而在山坡表面的风化较为突出; 斜坡上有高于地基二米以上的挡墙防护; 边坡岩性状态构造有明显差异, 在坡面以下6~8m内为中风化火成岩,

由于其硬度低并且特别容易破碎而出现风化脱落; 再往下面是中风化作用火成岩, 材质略坚硬, 风化作用强度小, 但硬度较大。在场区内的地下水大部分是大气降水入渗补给的, 但是地面降雨流出形式大部分为地表径流的形式流出, 这样会造成对地下水的入渗补给不利。因此, 在施工过程中, 成为影响边坡稳定性的主要因素。因离村庄较近, 为防止坍塌事故, 拟对边坡进行加固并绿化。

工程范围内的地形地貌、地质结构都相对复杂, 由于地势开阔、降雨量大、边坡岩体破碎、边坡较陡; 再加上人为前期的过量施工, 造成了边坡变得非常陡; 顶部区域的外来压力作用强, 在外力作用下对岩体内原有的应力平衡状况产生了强烈的冲击, 极易造成边坡损坏, 甚至引起崩塌事件。

### 3 边坡稳定性影响因素

边坡稳定性影响因素主要包括内部与外部影响, 内部因素: 组成边坡岩石主体的性质、地质结构、岩体构造、地应

【作者简介】李开华(1973-), 男, 中国湖北浠水人, 本科, 高级工程师、注册测绘师, 从事变形形变与精密测量、地下管线测量、建筑工程测量等研究。

力等,起主要制约作用;外在影响:地表水与地下水的影响、震害、太空风化、人工开挖、爆破和施工压力等。

### 3.1 地形地貌与地质构造

边坡稳定性与所在地地形状况之间存在着比较紧密的联系。在地理条件越是复杂的地方,其对工程建设质量的影响也就很大,项目地势往往相对比较开阔,在雨量充沛时还会产生较大规模的沥水,而由于受降雨侵蚀、地表水下渗等因素,岩石体的抗剪强度下降,从而产生了边坡不稳现象。地貌结构因素也会对边坡过程的稳定性形成一些影响。例如,在区域地貌结构相对复杂的斜谷地段,边坡的稳定性影响一般也较小。在一般情形下,如果构造轴线和河谷的运动方向之间出现了互相垂直的关系,则其岸坡就相应地比较稳定,而如果二者趋势一致,则就极易造成塌方事件的发生。

### 3.2 岩体结构

工程中常常提及的岩体结构主要有结构面和结构体两大因素。结构面是指岩体物质的不连续面和分界面,二者各自有着一定的方向、形态和大小,而构造体也是由不同类型的结构面构成,虽然岩体物质由数量众多的独立块体组合而成,但是因不同独立块体的结构特点有很大的差异,从而对结构面的走向、倾向、倾角以及结构表面的胶结状态、软弱面与大断层之间的相对位移以及边坡的影响等,同时还会对边坡的稳定性产生相应的影响。

### 3.3 人为因素

人为因素对边坡安全性的影响,大多由于施工不当而造成。随着人们的过度研究,导致边坡坡度逐渐变陡,由于外加荷载作用,打破了岩土体自身的应力均衡状况,从而导致了边坡局部损坏或者塌陷的现象,导致人员伤亡也屡见不鲜。

## 4 岩土工程中边坡综合加固技术的应用

按照 GB50843—2013《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》中主要有削方减载法、堆载反压法等方法,结合工程中出现边坡稳定性问题还会受到人为、地质的因素影响,因此需要进行有效的加固措施来处理,以保证边坡稳定<sup>[1]</sup>。

### 4.1 HDPE 防渗膜护坡加固技术

由于 HDPE 防渗膜的施工工艺简单、牢固性能好、成本低、适应性好的特点,因此 HDPE 防渗膜加固工艺也被人们广泛地应用,并使用在复杂破碎露天地基的工程中。而 HDPE 防渗膜堤岸加固工艺设计所依据的基本原理,则主要因为防渗膜本身就有阻挡雨水的效果,避免了因为雨水下渗而影响边坡岩土体物理力学性能,还避免了边坡主体裂缝和贯通裂缝的形成,因此有效避免了边坡稳定性的下降和发生边坡不稳状态问题。基于 HDPE 防渗膜在实际使用中的防渗效应,运用这项技术在进行护坡方法加固施工中应注意:在铺设 HDPE 防渗膜前,应该除去周边坡表面的疏松岩土体及其他污物,并适当挤压或平整边坡表面,使边坡表面平顺,边坡保持稳定,并防止出现尖突,或划伤防渗膜,然

后再用 HDPE 防渗膜重新覆盖松散混凝土体;接着要合理控制敷设 HDPE 防渗膜的厚度,在通常情况下,最好的厚度是在温度系数 1mm 以内,太厚或者太薄对边坡的稳定性形成都会有造成影响。用 HDPE 抗渗层包覆土体时,一般采用壕沟或锚固长度等办法进行加固,但锚固壕沟的深度最好控制在 0.5m 左右,且将宽度控制在 0.6m 左右。同时为了增强防渗效果,在 HDPE 防水渗层下还铺设了一层钠基膨润土防水垫。

### 4.2 抗滑桩支护加固技术

抗滑桩在边坡防护施工中作为加固技术,是因为桩本身的抗折弯、抗剪力及其对岩土体的硬度,并利用桩体完整性结构使上部所承受的坡体下推力扩散到桩底面的横向土体上,而桩底面受到侧向外力又将受到边坡的产生的下推力,以提高了边坡的稳定性程度。同时由于通过将抗滑桩技术运用在较浅层和中厚层的滑坡施工,也能够让边坡失稳的情况不再发生,还能够较好地控制了坡体变形,同时由于施工土方用量较少,且工作时限也较短,使得该加固技术在边坡施工中大量普及使用。目前抗滑桩施工通常采用机械成孔或者人工成孔的方法,浇筑混凝土施工。抗滑桩的施工流程除了要按规定的规范程度进行逐步深化以外,在实际施工中更需要对施工部门的工程设计依据是否完整加以认真审核。但根据上述检验办法,对有关抗滑桩施工过程中所要注意的要点,还应包含于如下几方面:

- ①为确保工程质量,在签证自检的同时还必须获得监理工程师的批准,后方可进行后续作业。
- ②在防滑桩桩孔的施工中,严格地按照由两侧向中央靠拢的施工准则,严禁出现跳桩的情况。
- ③桩位的测定务必精准,桩位选定以后,在其中间距离安放桩位。
- ④应保证钻孔的中线误差、横截面尺寸和钻孔中的平面位移都符合设计规定。
- ⑤建筑上下段的护壁搭接长度应在 50mm 以上,必须保证整个建筑的连续性,以保证护壁施工时具有较大的密实程度。
- ⑥孔内混凝土的浇筑程序必须具有连续性,中途不可停顿,如果稍有差错会对抗滑型桩的浇筑质量造成极大的影响。
- ⑦因在规定位置堆凿防滑土所形成的弃土,不得使其任意堆积于孔内的四周。
- ⑧应合理堆放钢材并进行相应管理,以保证钢材的捆扎和焊接品质。

### 4.3 格构加固技术

格构加固是为边坡坡面提供防护的加固技术,常利用浆砌块石、现浇钢筋混凝土与预制预应力混凝土等,再基于锚杆与锚索来进行加固。格构的作用可以把边坡坡体的剩余下滑力、岩石压力及土压力分散至各阶段的锚杆与锚索处,此时,锚杆或锚索便会将此压力平稳传递给地层的稳定层,从而使边坡坡体保持在平稳的状态。格构加固技术布置灵活并能根据实际需求合理调整界面,因此具有与坡面贴合度高且能随坡就势的优点。根据格构而可选用的建材类型亦有很多种,按照格构类型又大致分为了浆砌块石、现浇钢筋混凝土

土格构、预制的预应力砼格构等。其中稳定性最好的为浆砌石格构，而这种格构类型最适合于使用在道路前缘表层开挖后，出现不稳态和溜滑等状况下的道路滑坡上。而现浇的材料砼格构因自身的硬度也较好，因此在滑动时稳定性较差的情况也会选择之。对稳定性较不好的在边坡上滑动能力较大的滑动情况下，通常也应选用预制预应力砼格构来进行补强。而对于上述格构的方式而言，为了确保最完美的加固效果，施工中需要重视以下几点。浆砌石格构的施工要点：第一，嵌于边坡中的浆块格构，深度应大于格构截面高度的2/3。第二，已安装格构的表面要平整和密实。第三，如果格构系以毛石为主，则其厚度必须大于150mm，且硬度也要高于MU30；但如主要材料为混凝土砂浆时，其抗拉强度不应小于M7.5。若为现浇钢筋砼格构技术，则以下几点应受到工程方的充分注意：①现浇预应力砼格构技术的使用同样要保证边坡平整；②现浇钢筋混凝土格构应以嵌置的形式覆于边坡之上；③为了防止破坏和腐蚀而影响到钢材强度，必须将现浇格构的钢材专门存放；④边坡施工的弃渣须按照规定的条件排放，不能引起次生灾害。

#### 4.4 设置排水系统

边坡设计考虑到，边坡下6~8m范围内的强风化性火成岩（安山岩），自身极易风化剥落，它将对边坡稳定性产生很大的影响，边坡工程在设置土表和内部排水系统时要结合实际情况。在边坡表面要做好地表排水体制，最常用的措施为：截排水沟、泄水孔等；大口径管井、水平排水带和内排水截沟等为内部（地下）排水经常采用的方法。边坡排水措施设计和施工要遵循的原则为：以预防为主，与防治结合，分层截流，纵横集合，地表内排水综合治理，边坡防护、支挡并重。在边坡加固工程设计时，还要根据滑坡的实际情况，设置截水沟、排水沟、防渗工程沟、泄洪洞和排涝设施等，当滑坡高程较长时，还要在相应高程设置一条竖向的跌流沟，在必要时还修建一座滑坡防护构筑物，设置支挡设计物在坡脚上，以提高建筑物防水害的功能，以便于达到滑坡的持久稳定性<sup>[2]</sup>。

设置排水系统时，施工要注意以下几点：

①保留天然边坡，放缓边坡对植被覆盖率不错、山体相对稳定的天然边坡，也进行了尽量保留。但对原有坡体过多或坡度面积过大的坡度，可以选用人工削坡，通过减缓原有坡体速率使坡度的性能可以达到安全要求。

②在山顶截水沟。主要采用由主体结构所构成的地下水排水系统，如在坡顶无主体结构构筑物的地段可沿人行道方向进行设置，把坡顶所有的外水全部截住，从而降低了对坡面上水的压力。

③坡地急流槽。首先是把坡顶截留水引流到坡底，常根据所汇水的大小在坡面上设定一定间距，断面成阶梯式。再利用起伏斜坡汇聚成坡面流，常在冲槽内设置，断面呈

圆形。

④坡底排水沟。从坡顶、坡面汇集来的雨水都必须经过坡底排水沟流到排水管网。

⑤检查井（消能池）。在每个急流槽和坡底排水沟相互交接的地方都要设置检测井。

## 5 岩土工程的边坡处理工程质量保证工程

为了保证良好的施工品质，必须采用完备的工程管理手段，针对岩土施工中边坡加固施工，必须做到如下几个方面：

①依法开展专门技术边坡勘查和工程设计：针对技术边坡加固工程项目，应先根据有关法律的规定由勘察技术人员进行专项岩土工程勘查，再根据技术勘探报告，由工程设计人员根据技术边坡不同地区的工程地质条件、水文要求，开展边坡支护技术及加固方案的设计。

②重视图纸会审和技术安全交底工作：图纸会同审查和技术安全交底工作是工程施工技术监管中不能不了了之的重要内容。在边坡保护加固工程开始进行之前，要对参建单位做好图纸会审和技术安全交底工作<sup>[3]</sup>。建设单位和施工公司都应当说明边坡保护工作中所需注意的技术情况，施工单位应对图纸问题进行了提问，弄懂并搞透各项目技术条件。

③制定详细的施工组织设计及作业指导书：在开挖前由施工单位制定施工组织设计及作业指导书，并详尽讲解作业过程，以确定施工技术条件、质量保证方法、紧急处置预案等，并将其印发至各施工小组，为边坡加固项目的成功施工打下了良好的技术基础。

④共同进行施工监管和质量检查：在正式实施时监理工程师们必须对施工组织设计进行审核，在实施过程中共同对施工原材料进行检验，同时对施工设备进行旁站和检验，并共同进行质量检查。

## 6 结语

边坡加固工程作为灾害预防施工，其技术复杂、施工难度高。近年来，由于中国工程建设规模的日益扩大，边坡治理问题也日益凸显。一旦出现边坡不稳状态，就必定会对周边的建筑设备以及人身和财物安全造成严重威胁，所以要高度重视岩土施工以及对边坡的保护加固，并依据边坡标高、坡度、周边环境和地质特点等，合理选用边坡加固方法。而随着现代科技的提高，边坡保护工艺也将获得更加完善发展，并将逐渐趋向成熟。

## 参考文献

- [1] GB50843—2013 建筑边坡工程鉴定与加固技术规范[S].
- [2] 地质灾害防治条例(2003年11月24日\_\_国务院令第三94号)[S].
- [3] 许敏.岩土工程中边坡加固工程施工技术西部探矿工程[J].西部探矿工程,2023,35(1):4-6.