

# 分析高边坡公路路基的防护设计与施工控制要点

唐顺锋

湖南金路佳程勘察设计有限公司

**摘要:** 近些年随着“一带一路”战略的有效实施,我国基础设施建设逐渐加快,公路建设规模不断增加。公路建设过程中常会遇到高边坡路基工程,高边坡路基工程的施工质量决定着整个公路的建设质量,所以要加强高边坡公路路基防护设计和施工控制。本文主要以某公路路基高边坡为例阐述防护设计和施工控制方面的内容,希望能够对相关人士有所帮助。

**关键词:** 高边坡;公路路基;防护设计;施工控制

## 引言

资兴市清江至滁口公路工程总体长度为31.3km,该工程为半改建半新建项目,新建部分依山而建。从地质勘察资料可知,新建路段中存在多处路基高边坡防护工程,最大挖方高度达到了56m,挖方达到23万方。此公路所在区域地形地貌较为复杂,但主要表现为山岭重丘区。公路所在区域地质较为稳定,并没有发生滑坡、崩塌、岩溶以及采空等地质问题,各个自然边坡的稳定性相对较好。但在进行路基边坡开挖时若不采取必要的防护措施就非常容易造成边坡发生失稳的问题,严重情况下会发生坍塌情况以及大规模的滑坡问题。

## 一、高边坡公路路基防护设计

### (一) 加强防护体系建设,充分利用喷射混凝土技术

(1) 在充分考量高边坡路基防护设计基本条件的基础上,以更加专业的理论知识作为指导,以丰富的实践经验作为参考,不断完善相应的防护体系,形成较为完整的路基防护系统。

(2) 总的来说可以将喷射混凝土技术分为“锚喷技术”以及“素喷技术”两种类型,其中锚喷技术主要应用于滑动层不是较厚的区域。具体操作时主要是利用锚杆对于滑动的山体进行必要限制,在此基础上在滑动体表面进行钢筋网挂设,同时在其上部喷射混凝土,通过混凝土的固结形成强度较高的混凝土板体,可以对较为松散的岩石进行有效限制,能够加强滑坡的治理。而素喷技术更多用在表层松散岩石较多的区域,可以加强这些松散颗粒的稳定性,避免其滑落而影响到人员和车辆安全性。

### (二) 不断进行防护设计方案的优化,加强实际应用中的材料设计

在进行高边坡路基防护设计时需要按照具体情况进行防护设计方案的优化,提升其科学性以及合理性。相应设计人员要以方案可行性、成本经济性作为基础进行高边坡路基防护方案设计,提升其防护水平。另外,材料设计对于公路路基高边坡防护设计具有非常重要的作用,所以一定要在实际应用中加强材料设计。一方面要从正规厂家进行材料采购,确保其具有质量合格证以及相应的材料检测证明,对于关键性材料也要进行测试分析,从而提升材料实践应用效果;另一方面在高边坡材料搭配设计时需要加强其模拟分析力度,对于不同材料应用情况进行科学评定,从而为后续材料设计提供参考经验。

### (三) 预制块铺砌防护设计措施

主要采用混凝土材料,按设计图纸要求在预制厂集中预制成型的半成品或成品混凝土构件,待强度达到一定要求后运至施工现场,直接砌筑于边坡上,主要适用于土质边坡防护。它是由多个独立的预制混凝土块相互组合在一起的矩阵,护坡的整体耐久性和稳定性将进一步提高,开孔部分同时起到渗水和排水的作用,可以采用所在区域较为常用的建筑材料作为防护材料,在应用以及运输方面有效降低工程成本。由于预制块防护措施施工较

为便利,所以在公路路基防护中应用相对广泛,此种防护方式施工相对便利,同时预制块具有非常标准的尺寸和整齐的外观,但是预制块铺砌防护的总体成本相对较高,对其进一步推广应用是不利的。

## (四) 抗滑桩防护措施

抗滑桩对滑坡体的作用是利用抗滑桩插入滑动面以下的稳定地层对桩的抗力(锚固力)平衡滑动体的推力,增加其稳定性。当滑坡体下滑时受到抗滑桩的阻抗,使桩前滑体达到稳定状态。根据滑体的厚薄、推力大小、防水要求及施工条件等选用木桩、钢桩、混凝土及钢筋混凝土桩。抗滑桩的布置形式有相互连接的桩排,互相间隔的桩排,下部间隔、顶部连接的桩排,互相间隔的锚固桩等。桩柱间距一般取桩径的3~5倍,以保证滑动土体不在桩间滑出为原则。

## (五) 挡土墙防护措施

挡土墙是指支承路基填土或山坡土体、防止填土或土体变形失稳的构造物。设置在高填土路堤或陡坡路堤的下方,可以防止路基边坡或基地滑动,确保路基稳定,同时可收缩填土坡脚,减少填土数量,减少拆迁和占地面积,以及保护临近线路的既有建筑物

## (六) 格构梁防护措施

格构加固技术是利用浆砌块石、现浇钢筋混凝土或预制预应力混凝土进行边坡坡面防护,并利用锚杆或锚索加以固定的一种边坡加固技术。格构的主要作用是将边坡坡体的剩余下滑力或土压力、岩石压力分配给格构结点处的锚杆或锚索,然后通过锚索传递给稳定地层,从而使边坡坡体在由锚杆或锚索提供的锚固力的作用下处于稳定状态。

## 三、高边坡路基防护施工控制要点

### (一) 高边坡施工准备

施工单位要对设计内容、技术内容以及安全方位的内容对施工人员进行严格交底,保证相应人员能够对设计意图、建设目标、质量控制目标等进行充分了解;

加强地面情况的测试分析,设计人员要深入到施工现场了解具体的情况,确保没有问题后才可进行放样作业。以设计图纸作为基础,利用全站仪等设备进行相应部位(例如截水沟、边坡顶等)的放线,同时根据该工程施工规模、施工工序等配备好相应的施工机具,例如K12—K13段边坡所用设备如表1所示。同时也可以根据爆破器材仓库领取合适的爆破器材,同时进行仔细的检查,确保其完好性;向施工人员发放施工指导书并进行安全技术交底,安排施工人员进入到施工现场(特殊工种一定要

表1 主要机械配置表

序号	机械设备	规格型号	数量
1	挖掘机	2.1m <sup>3</sup>	6
2	推土机	180kW	4
3	自行式平地机	132kW	4
4	装载机	ZL 50	4
5	压路机	YZ20	4
6	破碎锤	Cat320	4
7	自卸车	18t	20
8	洒水车	10t	2

持证上岗)。实验室要确定好材料的配合比,同时要要进行材料检测。

(二) 高边坡开挖施工相应要点

(1) 开挖的总体要求

第一,对于边坡的定位和坡率等参数进行严格测定,要严格遵照“分级开挖、逐级支护”的基本原则通过台阶法进行逐级开挖。可以通过光面爆破和预裂爆破等方式进行爆破,要加强边坡的防护,并通过自卸车进行运输。完成一级的开挖之后要进行必要复检、修整和防护,并且要利用塑料覆盖等方式完成边坡氧化,避免受到雨水的冲刷。

第二,开挖时一定要严格遵照标准规程流程来进行,特别要注意的是,坡面削坡过程中也要实施打眼,但是为了可以对锚杆进行调整一定要留有必要的余量,同时为了有效排水需要设置排水管道。确保打眼质量合格后要参照设计要求设置好锚杆和锚索等部件,之后可以进行注浆操作。注浆完成后要及时进行土方回填以及植草,对其进行必要的养护。

(2) 开挖的具体方式

对于案例工程来说,要通过机械+人工分级开挖的方式,可以通过机械设备进行主体工程的开挖,为了防止出现超挖和欠挖的问题,要留有相应厚度利用人工方式进行修整。如果在土方开挖时运距满足推土机和挖掘机经济方面的要求,可以就近进行土方的回填处理;如果不满足经济运距的要求,就可以采取横向台阶法进行开挖,并且利用运输车辆进行土方运输。一旦遇到石方开挖,就需要利用控制爆破法进行开挖。

第一,土方开挖。在进行土方开挖时,可以通过推土机和挖掘机相配合的方式进行,按照从上到下的顺序进行开挖。要通过运载车辆进行土方运输,满足填方条件的可以运到填方区进行回填,不满足填方条件的要运到专门的弃土场。在开挖过程中要抽检高边坡的情况,避免出现欠挖和超挖的问题。案例工程的边坡需要留设30-100cm的土层,通过人工方式进行修整。如果边坡长度相对较短且深度较小,可以一次直接挖到设计标高即可;如果深度较深可以通过台阶法进行分级开挖。另外,要按照实际情况采用横断面全宽纵挖、通道式纵挖等开挖方式来进行,具体采用何种方法要按照现场实际情况来进行。

第二,一旦在开挖过程中遭遇到了相对较硬的地质情况,可以通过控制爆破的开挖方式来进行,要遵照“密打眼、短进尺、弱爆破、强覆盖”的原则来确保爆破的完成。若是边坡上表面覆盖软质岩层,那么先要利用相应机械设备(主要是挖掘机)进行挖掘,直到露出硬质岩层之后才可以进行爆破。若是边坡深度在6m之下,可以采取浅眼松动爆破的方式,一般情况下将爆破孔深度控制在2-4m范围;若是边坡深度较深,可以采取深孔松动爆破的方式,一般情况下将爆破孔深度控制在6-8m范围。

第三,边坡光面的爆破。此种边坡爆破可以采取预裂爆破的方式来进行,一般情况下可以将爆破孔设置在同一个水平面内,对于间距、孔深、装药长度和装药量等关键参数要进行准确计算。在主炮之后间隔25-50ms可以进行预裂爆破,起爆时同一排孔要同时进行。由于爆破作业具有较大危险性,所以一定要加强组织管理,设置专人进行管护,保证安全性。

(三) 高边坡的稳定性防护要点

(1) 边坡稳定性分析

第一, K11-K12段边坡情况。边坡高度在15m左右,上部坡度接近1:1,下部坡脚直高约5m。此边坡上部覆盖的为素填土层(约1.5m厚),上部为强风化砂岩层,边坡岩土主要为强风化砂岩。坡面和岩层形成反向斜坡,具有较好的稳定性。但是在边坡上的素填土存在着坍塌的风险,要对其进行有效处理。

第二, K12-K13段边坡情况。此段公路涉及山体区域,所以

要开挖高度约6-11m的临空面,因此要实施必要的支挡。该区域边坡主要覆盖强风化砂岩以及中风化砂岩层,一旦发生边坡的变形破坏就会产生岩层状的滑动,所以需要根据直线滑动法按照剩余下滑力来设计支挡结构,同时可以通过圆弧形滑动法进行边坡变形安全情况的计算。

(2) 边坡防护设计要点

K18-K20段边坡主要属于岩质边坡,最高的开挖深度达到了30m左右,边坡防护等级为一级。为了能够确保路基开挖后边坡的稳定性,需要采取相应措施实施边坡的防护,可以采取如下几方面措施:

第一, K18-K19段左边坡防护设计措施。根据地质情况以及边坡区域特点,可以将该区段左侧边坡防护措施设计为通过桩板式挡墙实施支挡,桩板式挡墙的具体指标如表2所示。而边坡下侧的强风化砂岩边坡可以通过土钉墙结构进行支

表2 桩板式挡墙的具体指标

指标	桩径/m	桩中心距/m	悬臂长度/m	桩长/m
参数	1.2	3.0	4	10

护。对于1-5号桩来说,因为桩的长度较长,桩下侧的砂岩层相对较薄,可以在此位置外部设置浆砌片石挡墙实施支挡。另外,可以在坡根部种植藤本类植物(例如牵牛花、爬山虎等等),能够更好的对坡面进行绿化。同时,此处可以通过原有下级平台排水系统进行排水,能够有效节约投资成本。

第二, K19-K20段左边坡防护设计措施。为了能够避免边坡开挖过程对山体造成的破坏,可以在此区域边坡下侧设置矩形抗滑桩实施支挡。根据该区段具体情况可以将此抗滑桩设置为1.25m×1.8m,桩距控制在3.5m,桩顶到地面的距离约7m左右。对于桩顶来说,可以按照1:1的比例进行削坡且通过锚杆格构梁实施加固。由于削坡之后坡面属于强风化砂岩层,因此可以通过六棱砖植草实施坡面的绿化以及防护。另外,为了确保此处边坡的有效排水,要在边坡上部设置截水沟,利用急流槽接到道路进行排水。

(四) 砌体施工

砌体施工之前要按照设计图纸要求实施测量放样以及立杆挂线,同时要要将边坡较松动的土体完全清理干净,确保外露表面满足砌筑标准要求。在实际砌筑时要按照从下到上的顺序进行,确保墙背和坡面的紧密贴合,牢固美观。另外,要留设排水孔,并和边坡排水系统进行连接。

四、结束语

本文主要对高边坡公路路基防护技术进行了阐述,重点介绍了喷射混凝土技术、预制块铺砌防护技术、抗滑桩防护、挡土墙防护、格构梁防护等等,在此基础上以涪潭至石阡高速公路路基边坡为例探究了路基防护设计以及施工控制方面的内容,通过本文的介绍能够对高边坡公路路基防护提供一定参考和帮助,对于进一步推动公路建设具有现实意义。

参考文献

[1] 杨小珠.涪潭至石阡高速公路路基高边坡锚固防护的施工控制[J].交通世界,2019(04):15-17  
 [2] 曹永刚;席可杨.路基高边坡防护工程施工技术探讨[J].中外企业家,2020(02):18-19  
 [3] 石得龙.路基高边坡防护工程施工技术探讨[J].河南建材,2019(09):88-91  
 [4] 简港.公路路基高边坡防护设计分析[J].交通世界,2019(08):18-19  
 [5] 甘露;李良.公路路基高边坡锚杆防护技术实践[J].黑龙江交通科技,2019(01):113-115