

市政道路高边坡防护施工技术探究

邹建康

中铁建设集团基础设施建设有限公司 四川成都 610000

【摘要】在市政道路工程建设中，高边坡防护是一项重要工程，与来往车辆的行车安全有密切联系。因此，为提升高边坡防护效果，应该立足于工程实际，从多角度出发，合理制定施工方案。鉴于此，本文即围绕市政道路高边坡防护施工展开，以“成都龙泉山城市森林公园旅游环线（六标段）”工程为例，在明确工程施工难点的基础上，提出切实可行的施工对策，旨在提升施工的质量和水平。

【关键词】市政道路；高边坡防护；施工技术

引言

近年来，社会发展速度不断加快，市政道路工程也得到良好发展，工程项目逐渐增多。在市政道路工程施工期间，由于高边坡、山体等的存在，导致道路潜在的安全风险和隐患较多，诸如滑坡、泥石流等。为提升市政道路的安全性，应该做好高边坡防护工作，根据施工要求和现场情况制定施工方案，合理应用施工工艺，保证防护效果与质量在提升的同时，高边坡土体的局部稳定性能增强。

1 工程概况

“成都龙泉山城市森林公园旅游环线（六标段）”工程，起点为养马街道严家祠村，止点为贾家街道天宫山村。全线路长约21.07公里（六环相交范围有1.93公里东西轴线共线段，不在六标段施工范围内）。项目全线按照城市次干路标准设计，路面采用沥青混凝土路面，道路红线宽度分为20m、24m和30m三种，其主要技术标准如下：

（道路等级：城市次干路；路面类型：沥青混凝土路面；设计荷载：道路BZZ-100KN；交通等级：重交通；道路横坡：1.5%；道路净空高度：机动车道 ≥ 5.0 m，行人、自行车道 ≥ 2.70 m；设计行车速度：30~40km/h）。

2 市政道路高边坡防护施工难点与解决

以“成都龙泉山城市森林公园旅游环线（六标段）”工程为例，工程施工期间，难点主要体现在以下几个方面：

（1）本工程项目在实施过程中，高边坡支护桩在边坡上部位置，没有施工作业面，很难布设边坡防护结构，诸如锚索腰梁、支护桩等，并且边坡作业面回填工作的开展存在一定困难，致使施工作业难度大，影响了施工效率的提升。对此，为保证施工作业顺利推进，决定采取外拉土方的形式，利用分级回填的办法进行回填，保证边坡的安全性、稳定性、可靠性能提高，满足

工程建设要求和标准^[1]。

（2）部分支护桩在道路边缘位置，支护桩的直径在1.5m，与现有的道路悬臂挡土墙有冲突的情况出现，致使施工作业的难度增大。并且，项目在实施过程中，桩体倾斜的概率大，很难保证施工质量。为将此类问题解决，决定利用旋挖钻机辅助施工，以促进施工效率和质量提升^[2]。

（3）高边坡区域的下部位置土体存在流失问题，车辆经过此区域时，边坡晃动明显，这种情况除了对道路结构的安全性、稳定性造成影响之外，塌孔问题也会随时发生。对此，支护桩进行长护筒施工，并准备好充足的碎石、中粗砂等，保证在塌孔问题出现时能对桩孔第一时间回填，以免对工程质量造成影响。

3 市政道路高边坡防护施工技术的具体应用

3.1 高边坡防护施工方案

在“成都龙泉山城市森林公园旅游环线（六标段）”工程项目中，针对高边坡防护施工，主要对锚索腰梁、支护桩充分利用，以提升边坡的稳定性。比如：在边坡东上部位置的剖面上，主要以现场的具体情况为基础，采取支护桩+锚索腰梁的支护方式。同时，在底部位置对排水沟合理设置，具体的尺寸为400mm $\times$ 400mm。部分坡面的高边坡防护施工过程中，采取同一规格型号的锚索腰梁、支护桩。但需要注意的是，应该对支护桩外侧回填密实土，并对混凝土合理运用。本工程施工期间，采用的是C20素混凝土，厚度为10mm。此外，底部护坡设置岩土锚钉，型号为 $\phi 25$ mm。

3.2 土方回填施工技术

在高边坡防护施工作业开展过程中，土方回填施工是重要一环，与后续施工质量和效果有紧密联系，所以在开展

此项工作期间，相关人员应该格外注意。在正式施工时，如果利用灌注桩的施工方法，需要对桩机施工作业面这一因素着重考量。桩机设备的体积大，回转半径范围大，加之涉及较多施工工艺，包括钢筋笼吊装、混凝土浇筑等，所以要保证工作面的稳定、安全、可靠，以免出现安全事故。在土方回填过程中，应该将基底清理干净，回填土的种类选取要以工程的实际情况和具体要求为基准^[3]。同时，对回填土的厚度及压实系数等各项参数合理选取和设计，确保填平工作有序展开。

(1) 本工程施工过程中，采取的回填土是黏土，施工作业现场需要安排专门的人员对土的种类仔细且严格检查，土的粒径要与国家既定的标准和要求吻合。在对黏土回填之前，应该组织人员将基底的各类杂物清理干净，包括垃圾、树根等。同时，将坑穴内的积水、淤泥全部抽干，同时使用挖掘机摊平铺开，为后续施工提供便利，促进施工效率的提升。

(2) 在开展土方回填工作过程中，应该做到分层摊铺，每一层铺土的厚度需要严格把控，不能超过300mm。并且，在每一层摊铺作业完成后，需要耙平压实，并压实系数严格控制，具体为 $\lambda_c = 0.8$ 。回填土顶部约500mm位置的碎石，在施工期间，采用的施工方法应该和土方回填的施工方法相同。回填结束后，需要在喷锚施工作业开展前，对整个剖面进行修整，将突出的土体去除。如果表面有松动的土体，应该安排人员及时修整，提高坡面的平整性和光滑度。

(3) 土方回填工作完成后，组织人员开展高边坡支护作业^[4]。本项目在实施过程中，所用的支护施工技术有预应力锚索支护、支护灌注桩支护、土钉墙支护施工等，相关人员需要严格按照规范和流程操作，保证施工质量能满足设计要求。

3.3 支护灌注桩支护施工技术

本工程项目在建设过程中，针对高边坡防护施工方面，主要采用支护灌注桩支护施工技术，该技术的应用可以促进支护效果和质量的提高，增强边坡的稳定性与安全性。在具体施工期间，灌注桩桩身混凝土选取的是C30，嵌入冠梁的长度为35d（d为钢筋的直径）。同时，还要加强对保护层厚度的把控，具体为70mm。灌注桩的桩径分别是1200mm、1500mm。在灌注桩成孔过程中，应该在对施工现场情况和施工要求深入分析的前提下，采取旋挖成孔灌注桩的方式，以达到施工质量提高的目的。施工作业在开展期间，相关人员需要严格按照规定和流程作业，将桩心定位、护筒埋设、钢筋笼制作等工作落实好，保证各个环节

的施工作业均能达到既定要求^[5]。

(1) 在施工作业开展期间，通过对全站仪的应用，组织人员到施工现场放样，同时对支护桩的位置精准定位，为后续施工作业的开展提供方便。支护桩位置确定后，立即开展护筒埋设工作，护筒中心和支护桩的中心位置重叠在一起，并将偏差控制在合理范围内，通常不超过5cm。之后对高边坡支护位置进行平整，借助钻机辅助，将钻头与孔位对准，开启钻机开展钻孔工作，当钻进到设计的深度后，对孔径、孔隙垂直度等各项参数仔细检查，不能出现偏差过大的问题。成孔后应及时清孔，同时对钢筋笼规范安装。在开展此项工作期间，钢筋的各类参数均需要与高边坡支护设计要求吻合，包括钢筋的数量、规格、级别等。与此同时，安排人员对钢筋笼密切关注，保证不会出现移动的情况。此外，施工人员在主筋外侧位置，对箍筋科学布设。在对钢筋笼吊装过程中，可以利用分段吊装的方式，将钢筋笼放在合适的位置。

(2) 在对导管和漏斗安装的同时，应该组织人员开展二次清孔工作，之后进行混凝土浇筑。混凝土运输过程中，可以将成品混凝土直接运送到孔口，或者利用泵灌注混凝土，加快施工效率。在对混凝土灌注时，要对混凝土上升的高度密切观察和检测，根据实际情况进行调整，并将导管埋设的深度控制在合理范围内，通常把控在2~6m之间。

(3) 混凝土浇筑工作完成后，需要提拔护筒，对灌注桩的施工参数重新检查。本项目施工过程中，灌注桩的桩径为1200mm、1500mm，护筒应用的材料为钢板，厚度具体为4mm~6mm，施工期间的偏差控制具体如表1所示。

表 1 高边坡支护中灌注桩施工允许偏差

项目	允许偏差/mm	项目	允许偏差/mm
桩位	<30	箍筋间距	±20
桩径	<50	钢筋笼直径	±10
桩身垂直度	<50	钢筋笼长度	±100
主筋间距	±10	孔底沉渣厚度	100

3.4 预应力锚索支护施工技术

市政道路高边坡防护施工作业在开展过程中，预应力锚索支护是应用较为常见的一种技术，施工效果好，可以提升边坡的稳定性。本工程项目在施工期间，同样加强了对此技术的利用，采用的锚索型号为 $4 \times 7\phi 5m$ ，抗拉强度为高强度的钢绞线，具体为1860MPa。同时，对垂直及孔位

水平的偏差加强控制,不超过50mm。注浆管的上部位置到孔底位置不能超过200mm,注浆液为普通硅酸盐水泥,水灰比为0.5~0.55。在正式施工阶段,相关人员需要严格按照流程规范操作,不能出现凭借经验施工的情况,应该将各个环节的施工质量把控好。

(1) 在施工期间,针对成孔方面,施工人员可以借助锚索机辅助,高效率开展成孔作业。在此期间,可以对套管跟进水冲法科学应用,锚索钻孔的深度需要严格把控好,比锚索设计的长度大。同时,钻孔期间,水平以及垂直方向的钻孔间距误差把控在合理范围内。成孔之后将提前配置好的水泥浆液灌入孔内,在保证初凝的情况,组织开展二次注浆工作。需要注意的是,在开展此项作业期间,注浆管应该在杆体上固定,并确保稳定、可靠。终止注浆过程中,压力最好超过1.5MPa。

(2) 在注浆作业完成后,锚索周围的岩土体已经稳定,并且注浆体已经达到设计强度,此时应检查锚索的完整性和锚固端的锚固情况,确保没有损伤或松动。同时根据设计要求,安装张拉千斤顶和相应的张拉设备。按照设计要求和施工规范,逐步增加张拉力,直至达到设计预应力值。当锚索张拉到设计预应力值后,进行锁定,确保锚索的预应力能够稳定地传递到岩土体中。记录张拉过程中的各项数据,包括张拉力、锚索伸长量等,以便于分析和后续施工的参考。如果锚索预应力有下降的情况出现,应该对锚索及时锁定,倘若采取此方法后预应力有损失,应该第一时间对锚索的张拉进行补偿,以免对支护质量造成影响。需要注意的是,在整个张拉过程中,要确保施工人员的安全,遵守相关的安全操作规程。

3.5 土钉墙施工技术

在组织开展土钉墙施工作业过程中,需要对锚杆定位的偏差格外注意,不能超过5cm。完成成孔作业后,孔的直径应该超过110mm。同时,相关人员需要以施工要求和现场情况为基础,严格按照流程作业,加快施工效率,提高边坡支护的稳定性和安全性。

(1) 在土钉墙施工前,对坡面进行彻底的清理和修整,去除所有松散的土壤、石块和其他杂物,以确保土钉能够牢固地锚固在土体中。修整期间,使用专业的施工人员使用挖掘机、推土机等设备进行。在坡面修整完成后,对土体进行初步压实,减少土体的孔隙率,增加土体的密实度,提高土体的承载能力和抗剪强度。压实工作可以利用振动压路机、夯实机等设备辅助完成。在对锚杆放置过程中,主筋的长度需要以设计要求为基准,在此基础上增加20cm左右,外端设置90°左右的弯勾,长度在20mm左

右。同时,每间隔一段距离对主筋焊接对中支架,具体间距把控在2m左右。需要注意的是,主筋插入过程中,避免出现与孔位中心偏离的情况,但是支架不能对浆液的流动造成影响。

(2) 在正式注浆过程中,采取压力注浆的方式。当注浆管插入孔底后,需要在孔口位置设置止浆塞,并且在保证注浆液填满后,让注浆的压力维持两分钟左右,之后将导管缓慢、均匀拔出,将孔内的气体排出。同时,施工人员以土钉的分布情况为基础,采取对钢筋网分层绑扎的形式,并将保护层厚度控制好,最好超过20mm,搭接的长度和单面焊接长度以实际情况为依据,合理控制。在对钢筋网绑扎环节,还需要将其延伸到地面,比边坡线长出0.5m,土钉上方位置使用支护面层中的加强筋,利用合理的方式与钢筋网连接。上述工作完成后,可以开展混凝土喷射工作,喷头以及边坡需要喷射的位置,应该处在垂直状态。

(3) 在整个施工过程中,需要对土钉墙的稳定进行持续监测。一旦发现任何异常,应立即采取措施进行处理。此外,施工完成后,还需要定期对土钉墙进行检查和维护,确保其长期稳定。

4 结束语

综合而言,高边坡防护施工与行车安全有密切联系,因此施工作业开展前,应该对施工现场的实际情况充分了解,对施工周围地质条件认真勘察,明确地质属性,针对性地制定施工措施。本文以具体工程项目为例,对高边坡防护措施进行了系统的总结,明确施工的难点,并根据施工要求制定施工方案。结合最终工程的实践效果来看,采用的防护措施能获得良好成效,值得在同类型的工程项目中应用和推广。

参考文献:

- [1] 张鸿超. 某市政道路高边坡防护施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2022, (16): 7-9.
- [2] 苏相岗, 赖世民, 陈振林, 等. 高边坡防护工艺设计与施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2023, (02): 137-139.
- [3] 张鸿超. 某市政道路高边坡防护施工技术分析[J]. 运输经理世界, 2022, (16): 7-9.
- [4] 王增郎. 浅谈市政道路高边坡防护施工技术[J]. 技术与市场, 2021, 28(12): 72-73+76.
- [5] 孟志军. 红光路半填半挖路基及其高边坡防护施工分析[J]. 成都工业学院学报, 2021, 24(02): 51-54.