

市政道路路基边坡设计研究

郝建名, 季托

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014)

摘要 市政道路路基边坡易受地质条件、气候环境、车辆荷载及施工质量影响, 导致滑坡、崩塌、水土流失等, 影响道路安全与稳定。为增强市政道路路基边坡强度, 提升道路功能完整性, 本文针对市政道路路基边坡设计原则展开了探究, 提出采用重力式挡土墙、锚杆挡土墙、锚索挡土墙等支护结构设计, 结合地面与地下排水设计, 以及植草、三维植被网、骨架植物等生态防护设计的方法, 以期为提高市政道路路基边坡稳定性、安全性提供借鉴。

关键词 市政道路; 路基边坡设计; 重力式挡土墙; 锚杆挡土墙; 锚索挡土墙

中图分类号: U412

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.21.036

0 引言

市政道路作为现代城市的重要基础设施, 关系到人们的安全出行以及城市建设发展。路基作为市政道路的核心组成部分, 使用中需要承受车辆荷载、自然环境侵蚀等多重作用。根据市政道路路基的运行需求, 采取适宜的边坡设计方案, 可提高路基的稳定性、安全性, 也能减少土地占用, 保护生态自然环境。因此, 深入分析市政道路路基边坡设计要求, 改进设计方案, 以满足市政道路路基的运行需求, 对现代市政道路领域的发展和进步具有积极作用。

1 市政道路路基边坡设计原则

1.1 安全性原则

在市政道路路基边坡设计中, 首要遵循的是安全性原则, 要确保在地震、暴雨等恶劣自然环境作用下依然能够保持稳定, 从而防止发生滑坡、崩塌的地质灾害。在市政道路路基边坡设计中, 要以安全性为基础, 重视边坡的稳定性设计计算, 确定适宜的设计方法和策略, 进而提高边坡运行的安全性、可靠性。

1.2 经济性原则

在市政道路路基边坡设计中, 在保证安全、质量的基础下, 需降低施工成本, 达到经济效益提升的目的。根据边坡设计要求, 选择适宜的边坡坡度以及支护结构形式, 保证边坡的功能达到相应的要求。例如: 地质条件良好的路段, 边坡设计时采用较缓的坡度, 以减少支护结构的使用; 地质条件较差的区域, 边坡选择经济性强的支护结构, 如重力式挡土墙、锚杆挡土墙等。

1.3 环保性原则

市政道路路基边坡设计时应遵循环保性原则, 降低对周边环境产生的破坏影响。在环保型路基边坡设计中, 主要采用生态防护措施, 以植草防护、三维植被网防护的方式为主, 边坡防护施工后和周边环境达到协调性^[1]。

2 市政道路路基边坡支护结构设计

2.1 重力式挡土墙设计

第一, 基础设计要点。重力式挡土墙作为重要的边坡防护结构形式, 需保证埋深达到要求, 确保挡土墙使用后满足承载力、稳定性要求。在重力式挡土墙设计中, 其埋设深度需综合分析地质条件、墙土高度等各项因素, 特别是软土地基中适当增加厚度, 防止发生不均匀沉降的问题。第二, 墙体尺寸确定。重力式挡土墙在结构尺寸设计时, 需综合分析土体侧压力、墙体材料的强度。而在墙体高度设计中, 分析边坡高度、防护需求确定。在墙体厚度设计中, 需达到抗滑、抗倾覆稳定性的要求。通常来说, 顶部厚度较小时, 底部厚度要适当地增加, 以增强墙体结构的稳定性。此外, 墙体坡度设计应合理, 禁止过陡或过缓而影响结构性能或美观性。第三, 排水措施设置。在重力式挡土墙设计中, 需选择适宜的排水措施, 以增强墙体结构的稳定性。根据挡土墙设计要求, 墙体后部设置反滤层, 避免土体颗粒被水带走, 提高墙体的稳定性。重力式挡土墙中布置泄水孔, 防止墙后发生积水现象, 能够减小压力。泄水孔在布置时, 采取均匀设置方式, 它们的间隔距离应为2~3 m。同时, 泄水孔的孔径、

孔距需根据排水流量确定。此外,重力式挡土墙底部设置排水盲孔,避免积水对墙体稳定性产生不利影响。

2.2 锚杆挡土墙设计

第一,锚杆设计。锚杆挡土墙中锚杆作为主要组成部分,根据运行需求确定适宜长度、直径、间距、锚固力参数。锚杆长度确定时,需分析边坡岩体性质,锚固深度通常在 3 m 以上。在设计锚杆直径时,要根据所受拉力计算确定,以提高锚杆结构的强度、稳定性。锚杆间隔距离需分析面板尺寸、受力条件确定,使其受力均匀性达到要求^[2]。第二,面板与肋柱设计。锚杆挡土墙的面板在使用中受到墙后土体的侧压力,需精准计算厚度以及强度指标。通常情况下,钢筋混凝土面板需满足抗弯、抗剪性能要求,肋柱间隔距离需与锚杆间距保持匹配性。此外,面板和立柱需保持连接的牢固性,避免松动、损坏而影响锚杆挡土墙的结构性能。第三,施工与监测要点。在锚杆挡土墙施工中,需根据结构特点和现场实际情况,严格控制钻孔深度、角度、注浆质量,从而保证挡土墙结构性能合格。同时,现场施工中要确定适宜的监测点位,掌握挡土墙的拉力、墙体位移等指标,进而满足锚杆挡土墙运行需求。

2.3 锚索挡土墙设计

第一,锚索选型与布置。在设计锚索挡土墙时,需选择适宜的锚索类型,综合分析边坡高度、地质条件、墙体受力确定。锚索形式主要为预应力锚索与非预应力锚索类型,其中,预应力锚索主动施加预应力,提高挡土墙的稳定性的同时,要根据锚索挡土墙的运行环境确定适宜的锚索间隔距离,通常为 3~6 m,而锚索长度则需结合锚固的要求确定。第二,锚固体系设计。在锚索挡土墙的锚固体系设计中,主要从锚头、锚具、锚固段方面展开。锚头的强度、耐久性要合格,能够承受锚索的拉力作用;锚具需确保锚索的预应力损失在适宜范围内,主要采用夹片式;在设计锚固段时,需确保锚索和周边土体连接性能达到要求,并选择适宜的注浆方式提高锚固力。第三,墙体结构与稳定性分析。在设计锚索挡土墙时,要确定适宜的墙体结构形式,根据锚索布置和受力条件确定。在墙体设计中,主要采用钢筋混凝土结构形式,以保证整体性能合格。挡土墙设计时要分析稳定性参数,采取计算以及现场试验方式确定,进而提高抗滑稳定性、抗倾覆稳定性和整体稳定性^[3]。

2.4 市政道路路基边坡排水设计

2.4.1 地面排水设计

第一,边沟设计考量。在路基边坡设计中,边沟

为主要排水设施,需综合分析道路走向、地形特点确定。在直线段路基设计中,边沟采用直线布置方式,确保排水达到通畅性;弯曲段路基边坡的弯曲半径、超高情况应及时调整,使得水流能够自然排出。在边沟设计中断面形式选择极为重要,采用梯形边沟方式能够提高排水效果,并且施工便利;矩形边沟应用在排水需求较高的条件下,并且汇水面积比较大。同时,在边沟设计中要保证纵坡度合格,通常为 0.3%~0.5%,保证它的水流速度适中,避免冲刷边坡底部造成稳定性下降。第二,截水沟规划要点。在路基边坡设计中,截水沟的作用是截流边坡上部地表径流,避免进入边坡内产生冲刷作用。在设计截水沟中需分析地形、汇水范围确定,使得边坡坡顶积水能够及时排出。截水沟的断面尺寸设计极为重要,需精准计算水量、流速等,使得截水、排水性能达到要求。在截水沟规划设计时,要与周边排水系统紧密衔接,促使水流能够进入天然河道或低洼地段。第三,排水沟布局策略。市政道路路基边坡设计阶段,排水沟的总体布局需要考虑到排水需求,依据边坡地形、坡度进行合理设置。边坡坡度较缓时,排水沟沿着等高线设置,从而组合形成横向的排水体系;边坡坡度较陡时,边坡垂直面形成纵向排水体系。排水沟设置中间隔距离为重要参数,需结合排水需求、汇水面积确定,通常为 10~20 m。

2.4.2 地下排水设计

第一,盲沟设置方式。在路基边坡设计中,盲沟是重要的排水设施,它的作用是将边坡内部地下水及时排出,保证边坡地基的稳定性。盲沟设计需分析地质条件、地下水位情况确定,土质边坡选用水平盲沟和竖向盲沟。水平盲沟将地下水收集和拦截,竖向盲沟则排出地下水。盲沟内部使用碎石、卵石等材料填充,使得排水达到通畅性。此外,盲沟顶部以及两侧设置反滤层,以免周边土体颗粒进入内部导致排水性能下降。第二,渗井设计思路。在路基边坡设计中,渗井主要布置在地下水位高、排水流量大的边坡条件下。渗井选择使用竖井设计方式,能够集中收集地下水并排出。在渗井设计中,深度、直径按照地下水位排水流量确定,通常深度可达到几米。在渗井施工过程中,其井壁使用砖砌或混凝土浇筑方式,以提高结构强度以及稳定性。渗井内部安装滤水管,周边填充滤料,确保地下水能够渗入井内排出。第三,排水管网布局。根据市政道路路基边坡设计要求,排水管网布置应科学合理,确保排水效果合格。排水管网布置时要分析地形条件、地下水位流向,满足排水性能需求。排水

管网设计阶段,需综合分析现场排水需求,确定适宜的坡度和管径,进而保证排水效果合格^[4]。

2.5 市政道路路基边坡生态防护设计

2.5.1 植草防护设计

第一,草种选择要点。选择适宜的草种,分析气候、土壤条件、防护需求,使其防护的稳定性合格。气候条件温暖湿润的区域,以狗牙根、结缕草为主,其耐旱性强,能够尽快完成边坡覆盖;干旱、少雨的地带种植沙打旺、冰草,具备耐寒、耐旱特性。在草种选择的过程中还要分析草种的固土能力、抗病虫害能力,能够适应边坡所在地区气候条件,尽快生长以达到固土防护的效果。第二,播种技术要点。在植草防护的过程中,播种为重点环节,要先进行边坡的清理、翻松处理,将石块、杂物清理干净,为草种生长提供良好条件。播种方式的选择极为重要,主要采用撒播、条播、喷播的方式。播种过程中需分析草种类型、边坡坡度、土壤肥力,保证播种效果合格,草籽生长速度快,能够充分发挥边坡防护作用。第三,土壤改良措施。在边坡防护施工中,边坡土壤条件较差时,草种生长受到限制,需采取土壤改良措施。在土壤改良中,要根据检测的结果施加有机肥、腐殖土以增强土壤肥力、改善土壤结构,使其保水保肥性能提升。同时,根据草种生长需求施加必要的缓释肥,保证草种有充足的营养供应。此外,如果土壤酸性或者碱性过强,则需采取酸碱度调节方式,营造良好的草种生长环境。

2.5.2 三维植被网防护设计

第一,三维植被网特性。三维植被网防护作为新型的生态性防护结构,采用立架构的组成方式,能够达到固定土壤与草种的效果。它在使用过程中使得边坡结构表面粗糙度得到提升,能够有效减缓水流速度,使得草种生长有足够的空间,促进草根的生长以及蔓延。同时,三维植被网防护系统的透水性、透气性较强,草种生长有足够的空间,养分提供充足,也能适应边坡的地形。第二,铺设工艺要点。三维植被网防护工作开始前,需根据工艺方案进行边坡表面的清理与平整,使其平整度达到要求,再进行植被网的铺设作业。植被网铺设时,采用铆钉、U型钉将其固定,间隔距离为1~1.5 m。植被网铺设阶段相邻部位采取搭接措施,使其搭接宽度在10 cm以上。三维植被网铺设结束后,在每个网包内填充种植土和草种,厚度为3~5 cm。第三,与其他防护结合。在应用三维植被网防护技术的过程中,需与其他防护技术组合形成完善的防护体系。例如:边坡坡脚采用挡土墙或护坡的形式,避免土体滑塌;

边坡内部布置截水沟,防止雨水产生严重的冲刷性作用。同时,在三维植被网中种植一些攀岩类植物,如爬山虎、凌霄等比较常见,能够提高边坡结构稳定性^[5]。

2.5.3 骨架植物防护设计

第一,骨架结构设计。在道路路基边坡防护中采用骨架植物防护技术,进行骨架结构设计。在骨架设计中,需分析边坡的高度、坡度、地质条件确定,主要为人字形、方字形、拱形的多种形式。人字形骨架应用在坡度较大的条件下,能够及时分散水流,以免产生过大冲击作用;方形骨架在坡度较缓的条件下应用,可使边坡粗糙度提升,使防护结构具备较高防滑性;拱形骨架的力学性能优越,能够承受较大荷载作用^[6]。第二,植物搭配原则。在骨架植被防护中,核心工作为选择适宜的植被搭配方案。在植被搭配的过程中,要选择根系发达、固体能力强、耐寒、耐旱的品种,将乔木、灌木、草本植物搭配使用,能够形成多层次植被网络。乔木以杨树、柳树为主,灌木以紫穗槐、沙棘为主,草本则以黑麦草、高羊茅为主,多种植物能够对边坡进行全面覆盖,达到固土防护的效果,且具备较高的美观性^[7]。

3 结束语

市政道路路基边坡设计具有一定的复杂性,需分析市政道路路基边坡的运行需求,确定适宜的方案,以确保其能够满足安全性、经济性、环保性要求。同时,在路基边坡设计中要综合分析地形、气候、地质、车辆荷载等多方面因素,以确定适宜的设计方案,进而提高边坡的稳定性、安全性,达到生态防护的效果,满足道路通行需求,改善道路周边生态环境。

参考文献:

- [1] 陈永刚.山区市政道路路基边坡设计与应用[J].福建交通科技,2020(02):8-11,27.
- [2] 赵兴平.山区市政道路路基边坡设计研究[J].工程建设与设计,2022(04):50-52.
- [3] 谭福官.山区市政道路路基边坡设计研究[J].运输经理世界,2023(13):14-16.
- [4] 杨智勇.市政道路路基设计方法与原则研究[J].工程建设与设计,2023(18):80-82.
- [5] 乔亚涛.市政道路高填深挖路基边坡的设计与施工技术研究[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2025,40(01):72-78.
- [6] 程芳.吹填造地上修建市政道路特殊路基段的设计要点研究[J].运输经理世界,2020(16):39-40.
- [7] 段英杰.路基高边坡开挖施工监控量测技术研究与应用[J].建筑技术,2023,54(15):1867-1871.