

公路路基边坡防护工程的设计分析

徐决虎

山东省交通规划设计院集团有限公司 山东 济南 250031

摘要：公路路基边坡防护设计往往参照设计理论，根据经验采用传统的边坡防护设计方案，效果不如人意。部分边坡防护工程在施工中就发生坍塌，或者在工后不久便出现滑坡等质量问题，不仅破坏沿线景观和生态平衡，还带来不良的社会影响，甚至引发重大安全事故。为改进这些不足，设计出稳固、经济、美观的公路路基边坡，保障道路行车安全，有必要采取有效措施，提升公路路基边坡防护设计质量。

关键词：公路路基设计；边坡防护

一、公路路基边坡质量问题及常用的边坡防护形式

1. 边坡质量问题

边坡是公路路基的重要组成部分，分为挖方边坡和填方边坡，其中挖方边坡最容易出现安全隐患，下面主要分析挖方边坡。挖方边坡开挖后会导致本来稳定的地质构造发生变化，如果得不到有效处理，会出现结构失稳、边坡滑塌等问题。作为设计单位，在公路边坡设计过程中，应提高边坡防护设计质量，充分分析施工后边坡稳定情况及景观效果，在施工过程中根据实际地质情况进行动态跟踪设计，确保边坡结构的稳定性与可靠性，提高公路工程沿线景观效果。

2. 常用的边坡防护形式

随着边坡防护经验总结和技术创新发展，目前公路路基设计中，常用的边坡防护形式有：喷播植草、三维网植草、挂网喷混植生、骨架护坡、预应力锚索（锚杆）框架格梁、混凝土支护（抗滑桩、挡土墙）。不同的边坡防护形式拥有其自身特点和优势，作为设计单位，要详细开展调查，根据边坡的地形地质条件选择较合适的一种或多种防护形式，提高边坡防护设计水平，预防滑塌等问题发生，确保边坡的稳定性与可靠性^[1]。

二、公路路基边坡防护设计的原则

设计体现“以人为本”的设计理念，贯彻“安全、环保、经济”的指导方针，并遵循“减载、固脚、强腰、排水、绿化”相结合和方便施工的原则。

1. 综合治理，防治结合，一次根治、不留后患；统筹兼顾，根据边坡防护需要，合理应用多种防护措施，从施工过程控制，从而实现全面提升边坡防护效果的目的^[2]。

2. 深入分析工程地质条件，增强工程预判，提高技术措施的针对性；

3. 合理放坡、适度加固，尽量做到土石方填挖平衡，减小征地和弃方；

4. 技术措施合理、实用可靠，施工方便、安全；

5. 积极推广新技术、新工艺和新材料；

6. 增强边坡绿化，加固防护工程实用与美观相结合，

力求工程与环境协调，提高工程社会效益；

7. 体现以人为本的设计理念，多在细部构造上下功夫，以方便施工，同时有利于工程建成后的维护；

8. 动态设计，信息化施工。

三、公路路基边坡防护设计的问题

1. 护坡设计不合理

在护坡方案设计时，未能详细开展现场调查，仅凭工作经验或参照其他工程直接开展护坡设计或直接套图。导致所选用的方案不合理，难以保证边坡整体稳定性及景观协调性。

2. 混凝土防护设计不科学

混凝土防护是常用的防护方案。但设计工作过程中部分设计人员在混凝土防护方案设计时，混凝土防护形式、高度与宽度不符合要求，防护结构未进行强度计算，不能实现对路基边坡的有效防护。

3. 植物防护设计不到位

在边坡防护中，植物防护的应用比较广泛，通过合理种植草皮、树木等，能起到防护边坡的目的。然而在植物防护设计中，一些工作人员忽视沿线的地形地质条件和气候条件，设计使用的植物不科学，甚至不能适应当地气候条件，成活率不高。这样不仅影响公路工程沿线景观，还制约其防护效果的充分发挥。

四、公路路基边坡防护设计的有效对策

1. 加固工程

目前我国高速公路岩土边坡治理中常用到锚式体系，这些加固措施经长期的工程实践检验都是行之有效的，其设计理论也较成熟。

(1) 预应力锚索：适用于大、中型楔体破坏和潜在裂面滑动破坏的坡体。锚索体锚入（锚固段）边坡一定深度，并按设计需要对锚索体施加一定张拉力，由此锚索体主动对边坡岩土产生预应力，及时平衡边坡楔形体、潜在裂面（或滑坡体）产生的下滑力，并有效扼制边坡松弛区的发展，从而达到稳定边坡的目的。

(2) 钢筋锚杆: 钢筋锚杆施工简便、快速、工程造价低廉, 适用于边坡浅层变形(坍塌、小型楔体破坏等)的预防性加固。钢筋砂浆锚杆配套格梁, 增强了坡面的整体性和稳定性外, 并为岩质坡面绿化提供了良好条件。十多年来, 国内高速公路路堑边坡已广为应用。

针对永久锚索体、锚杆的防腐、防水问题, 设计主要从以下几方面处理: 采用足够大的孔径, 一般砂浆锚杆采用 130、锚索 150, 以使杆(索)体得到有效厚度砂浆的保护; 目前锚杆失效大部分是由于锚头腐蚀造成, 设计人员应注重锚头的防腐设计, 一般采用砼封闭, 并强调孔底返浆。由于普通砂浆锚杆使用应力状态低, 钢筋也较钢绞线有利于防腐蚀, 设计中加固尽可能采用锚杆。预应力锚索避免采用大吨位张拉, 减弱高应力状态下的应力腐蚀现象及应力松弛, 设计主要采用小吨位张拉, 一般为 400KN ~ 600KN 之间。对于腐蚀性地层边坡锚索自由段采用波纹管进行双层防护。

2. 防护工程

边坡防护根据以下原则进行选择:

(1) 坡高度小于 12m 的土质边坡和类土质边坡, 按以下原则进行边坡防护设计: 边坡高度 $H < 6m$, 采用喷播植草防护; $6m < H$, 坡率不陡于 1:1 时, 采用三维网喷播植草防护; $8m < H < 12m$, 坡面采用人字型骨架喷播植草(三维网喷播植草)防护。

(2) 对风化程度较弱的岩质边坡, 采用挂网客土喷播的防护形式。

(3) 边坡两端可视面及堑顶部位采用喷播草籽或三维网植草防护, 堑坡顶(开口线)采用圆弧线与自然山体过渡衔接。

(4) 各级边坡(2m 宽)平台做平台截水沟后其余部分采用 5cm 厚 C15 素混凝土现浇; 宽平台内侧设置平台截水沟, 截排上边坡汇水, 中部设置截水沟(尺寸同堑顶截水沟), 汇流平台坡面水, 通过引流槽排至堑顶截水沟, 靠近下边坡 1m 宽范围内采用 C15 素混凝土浇筑, 纵向 10 ~ 15m 设置一道伸缩缝, 伸缩缝用沥青麻筋填充, 其余部分采用植草防护。

对于每个高边坡, 应结合工程措施和边坡高度, 在适当位置设置检查踏步, 以利于边坡的检查、维护; 结合地形地貌, 相应自然山坡凹槽处的坡面设置急流槽。

设计人员在边坡防护工程设计时, 尽量考虑采用坡面圪工少(各类骨架)或没有圪工的防护措施; 对于岩性差且需要加固的边坡, 难以避免采用格梁、框梁等坡面抑制件作为边坡传力的结构形式。设计应明确提出: 第一, 所有植草都应选择适合本地生长的草种; 第二, 所有喷播草籽、挂网

客土喷播和三维网植草都应掺入种子量的 0 ~ 20% 的矮灌木种子混播, 采用专门的喷播设备施工, 将植物种子、土壤稳定剂、肥料、覆盖料、添加剂、水等按照一定比例加入喷播机内, 然后搅拌均匀, 用喷枪将混合物均匀喷射到坡面, 再淋水养护^[3]。

3. 排水工程设计

水是影响边坡稳定的主要因素之一, 许多高边坡滑塌不稳定事故大都是由水所引发, 因而排水防水成为加固边坡的一种措施, 也是采用其它各类加固措施时, 都必须考虑的辅助措施。排水设计是路堑边坡设计的重要组成部分, 其主要分为坡体表面排水及坡体内部排水。

(1) 坡体表面排水: 与路基工程结合设置挖方边沟, 每级边坡平台均设平台截水沟; 当堑顶山坡有较大的汇水面积时, 在坡顶外大于 5m 处设截水沟; 自然山坡凹槽处的相应坡面设置急流槽。每级边坡平台设截水沟, 其两端引入堑顶截水沟。

(2) 坡体深层排水: 对于地下水(孔隙水、裂隙水、断层破碎带赋水或岩溶水等)埋藏丰富的边坡采用斜孔排水的方法, 疏导坡体内的水, 以提高坡体自身的稳定性。斜孔一般深 15 ~ 20m, 孔径 130mm, 与水平面下倾 $5^\circ \sim 10^\circ$, 孔内放置 110mm 硬塑透水管, 里端采用 2 层无纺布包封。

(3) 边坡浅层排水: 对浅层赋水的边坡, 设置边坡渗沟或支撑渗沟疏干坡面。

(4) 堑顶截水沟及各级平台截水沟与堑顶截水沟的连接段, 可采用灌木遮挡等措施, 使边坡景观自然协调。

结束语

边防防护是公路路基设计中不可忽视的内容。作为设计单位, 应详细开展现场调查, 掌握公路工程沿线基本情况, 根据技术规范标准, 优化边坡防护设计, 选用合适的边坡防护形式。确保边坡整体稳定性, 预防边坡坍塌甚至引发交通安全事故。

参考文献

- [1] 张金兰. 公路路基设计中的边坡防护[J]. 交通世界, 2017(25): 40-41.
- [2] 王峰娟. 公路工程沥青路面施工技术与管理控制策略[J]. 交通标准化, 2014(8): 39-41.
- [3] 肖启艳, 李国太. 装配式混凝土结构质量控制研究综述[J]. 九江职业技术学院学报, 2018(3): 21-24.

作者简介

徐决虎, 1987 年 2 月、男、汉族、江西上饶、山东省交通规划设计院集团有限公司、路桥设计师、工程师、本科、研究方向: 道路与桥梁工程、邮箱: 769712342@qq.com