

Research on Design Method of Highway Subgrade based on Green Design Concept

Bo Hu¹, Lina Tao^{2*}

¹Hainan Transportation Engineering Construction Bureau, Haikou, 570208, China

²China Merchants Chongqing Communications Technology Research & Design Institute Co., LTD., Chongqing, 400067, China

Abstract: The quality of subgrade construction has the most direct impact on the safety and stability of highway. In this paper, the green design concept is applied to the basic principles of highway subgrade design, and effective measures are put forward for the process of highway subgrade design. Thus, how to apply the green design concept in highway subgrade design is discussed in detail, which provides a reference for the future green highway subgrade design.

Keywords: Subgrade construction; Green design concept; Effective measures

基于绿色设计理念的公路路基设计方法研究

胡波¹, 陶丽娜^{2*}

¹海南省交通工程建设局, 海口, 中国, 570208

²招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆, 中国, 400067

摘要: 路基施工建设的质量对公路的安全性和稳定性有着最直接的影响。本文将绿色设计理念运用于公路路基设计的基本原则中, 并对公路路基设计过程提出了有效的应对措施, 从而详细的论述了如何在公路路基设计中运用好绿色设计理念, 为今后绿色公路的路基设计提供了借鉴。

关键词: 路基工程; 绿色设计理念; 应对措施

1 引言

在公路建设过程中, 路基是整个项目的重要组成部分, 路基工程具备工程量大、工序繁杂、涉及层面广等众多特点。在路基施工阶段中, 路基质量的优劣是整个工程线路质量的重要保障。公路是一个露天建筑, 受外界环境如地表水、地下水、温度、气候等各种因素的影响, 容易出现路基坍塌、变形和疏松等各种问题, 这对公路的安全和通行都会造成一定的影响。随着公路的快速发展, 人们对公路路基的要求也越来越高。作为公路最重要的载体, 路基的施工质量直接影响着整个公路的稳定性和安全性。由于公路很容易受到外界环境的干扰, 因此在路基设计的时候需要应用环保理念, 本文针对绿色设计理念在公路路基中的设计原则和应用措施展开具体的阐述。

2 基于绿色设计理念的公路路基设计原则

2.1 因地制宜原则

在路基设计的过程中, 路基设计人员须对施工现

场做好充分的勘查工作, 对筑路材料、气象、水文和地质条件等各种因素充分调查的基础上, 本着因地制宜的原则进行设计, 确保边坡坡率和路基横断面型式的科学性、合理性; 要充分考虑地形、地质、气象、水文等自然条件, 做到与地形、周围环境相协调, 充分考虑不良地质及特殊路段路基不均匀沉降对路基的影响; 针对多雨多水等气象特征的地区, 要提出合理的路基高度和路基的防护与排水措施。在路基设计的过程中, 设计人员还要考虑到经济性这一因素, 尽量就地取材, 这样不仅可以提高路基设计效率, 还能有效降低路基施工成本, 从而增强施工单位的经济效益^[1]。

2.2 重点原则

在公路路基设计过程中, 设计人员需要将设计重点充分体现出来, 尤其是路基施工项目范围内的环境、地质和地形等因素要进行重点考虑, 从而建立防止环境恶化和水土流失的措施体系。在保护环境的基础上, 针对公路路基可能会出现的病虫害做好相应的防护措施, 确保公路路基的耐久性和稳定性^[2]。

2.3 绿化原则

绿化是公路施工中的重要组成部分，在绿色设计理念下的公路路基设计同样要考虑绿化原则。绿化可以降低行车司机的视觉疲劳，而且还能起到防止水土流失的作用。公路路基设计人员在路基绿化设计方面要重点考虑通行问题，给通行人员和车辆留出足够的安全距离，保证通行人员有一个开阔、良好的视野。设计人员要将路基绿化和周边的果林经济林、农业防护林等有效结合起来，做到美化、绿化和防护相互统一。选择的绿化植物尽量以本土树种为主，同时引进一些具有适用、经济、高效和美化等多功能树种，增加生物多样性，加强公路功能的发挥^[3]。

3 路基工程绿色设计要求

路基工程作为公路工程的基础和公路景观的重要组成部分，首先是要满足路基的功能性要求，即满足行车的安全、顺畅，其次应符合公路绿色设计的理念，即尽量做到节能环保，公路景观与整体景观相协调。

3.1 正常使用的要求

结构物自身使用功能，要求路基边坡稳定性、路基排水工程的有效性和安全性、路基支挡防护工程的稳定性及耐久性等。

3.1.1 路基边坡稳定性

路基边坡防护，应综合考虑工程地质、水文地质、边坡高度、筑路材料等条件，选择适宜的边坡防护措施。例如，对于较为稳定的边坡，在边坡坡度能够确保其稳定性的前提下，可优先考虑采取生态防护措施或综合防护措施。在边坡防护类型确定后，防护工程所用材料及防护工程构造应满足相应的技术要求，边坡的防护质量须符合相应的质量标准。另外，对于稳定性不足和存在不良地质因素或地下水较为丰富的边坡，还应注意边坡防护与支挡加固及排水设计的综合处置。

3.1.2 路基排水结构物的有效性及安全性

路基排水设计对路基稳定性的影响主要体现在两方面，一是排水结构物的有效性，二是排水结构物的安全性。

排水结构物的有效性，即使水排出路基范围以外，将路基范围内的土基湿度降低到一定范围以内，

保证路床处于干燥、中湿状态，满足排水的主功能要求。为保证排水结构物的有效性，首先要根据地形地质条件、边坡情况、汇水面积等选择适宜的排水结构物形式，其二是确定合理的设置位置及断面尺寸，其三，对于排水量大，可能产生冲刷的排水结构物，视情况采取一定的防护加固措施。

排水结构物设计的安全性，即在满足排水结构物排水主功能的前提下，注重结构物设置的位置、所选用的形式对行车安全的影响，避免排水结构物对行车安全造成直接影响，提高车辆行驶的安全性。

3.1.3 路基支挡防护工程的稳定性及耐久性

为保证路基支挡防护工程的稳定、坚固与耐久，首先要选择合理的支挡防护结构类型，确定恰当的设置位置，其次，防护工程的设计应满足在各种设计荷载组合下的结构的安全与稳定外，防护工程的结构材料的选择还应符合耐久和抗腐蚀的要求。

挡土墙是路基支挡防护工程中最为主要和常用的防护形式，进行挡土墙设计时，除考虑挡土墙类型选择、挡土墙材料选择以及挡土墙所受荷载情况以外，还应充分考虑设置挡土墙的地地质条件和地基承载能力、挡土墙的构造要求、挡土墙的排水设计等。对于特殊地质的挡土墙，还需进行挡土墙的稳定性进行验证。

3.2 路侧安全的要求

对于路基工程而言，宽容的路基边坡设计以及路基排水设计是宽容的路侧设计的重要内容，也是绿色设计理念在路基设计中的重要体现。

3.2.1 宽容的路基边坡设计

在路基边坡坡度方面，研究表明，对于坡度陡于1:3的路基边坡，当车辆冲出车道驶向边坡时，驾驶员将很难操纵车辆，车辆容易失控从而发生车辆倾翻和碰撞事故而对于较缓的路基边坡，即使车辆冲上边坡，驾驶员仍可操纵车辆使之减速直至停止，从而避免车辆事故的发生。因此，进行路基边坡设计时，当地形、用地等条件许可时，尽量将边坡放缓至大于或等于1:3，提倡边坡坡度缓于1:4。

在边坡采取形式上，边坡的坡脚、坡顶尽量不设折角，采用较为贴切自然的圆弧加以过渡，从而使车辆驶向坡顶时仍能保持一定的机动性，防止车辆发生倾翻，同时也防止车辆因过急的坡脚卡住车轮而丧失

机动性。另外,进行路基设计时,从绿色公路的设计理念出发,还应尽量避免出现高填深挖路基。因为对于高填深挖路基,由于用地条件的限制,很难将边坡设置成 1:3 或 1:4 的安全边坡,极易发生车辆倾翻事故。

3.2.2 宽容的路基排水设计

目前我国路基边沟排水常常采用不加盖板的矩形边沟或梯形排水沟,当车辆驶出车道时,车轮极易卡陷于矩形边沟或梯形排水沟内,容易发生交通事故,应尽量避免采用此种矩形边沟形式。在地形条件许可、降雨量少、汇水面积不大的公路,可采用安全性较高的浅碟式边沟、排水沟形式;若因地形等条件限制,必须采用矩形边沟形式时,尽量在矩形边沟上加设带有排水孔洞的钢筋混凝土盖板,加盖板的矩形边沟一方面增加了公路的行车安全宽度,并且可防治车轮卡陷于边沟内,从而避免事故的发生。

3.2.3 其它

另外,在对路基取、弃土场的处理上,同样也要体现绿色公路的设计理念。对于路侧取土坑,为防止车辆冲出路基后卡陷于坑内,尽量设置在远离路基的位置,紧靠路侧的取土坑应填平,放缓边坡对于沿线公路两侧遗留的弃土堆,可视情况加以处理,如对于妨碍车辆行驶的弃土堆应予以清理,而有些弃土堆可加以整理形成反坡,从而对冲出路基的车辆起到消能和缓冲作用,尽量避免事故的发生。

3.3 绿色设计与景观协调的要求

路基工程设计的相关设计要素对公路的整体景观有着显著影响,公路使用者对景观的要求决定了公路景观对路基工程设计的要求。在路基工程设计中,影响公路景观的设计元素主要包括:

3.3.1 路基断面形式

路基断面形式应尽量适应地形,避免对原有地貌产生过度破坏,尽量避免高填深挖边坡,减少人工防护工程痕迹。

3.3.2 路基边坡及其防护形式

路基边坡坡度的陡缓与地形、地质条件相适应,力争边坡外形与周围山体融为一体。边坡形式尽量以曲线柔美、自然流畅的曲面为主,以呼应地形的自然弯曲,避免统一的、人工的刀削式边坡。路基边坡,

特别是挖方边坡应主要采用植物生态防护形式,尽量避免和减少污工结构物防护,避免光亮的污工防护坡面与周围自然环境形成强烈反差无法避免一些工程防护时,应尽量做到小而隐。

3.3.3 支挡防护形式及材料

路基防护结构物的布置在满足安全的前提下,应充分考虑为游人欣赏沿途景观区或特殊景物提供最大的可能,尽量不遮蔽沿路的景观特色,保留特色带景观。结构物不宜选用鲜艳的色彩,应使其能有效的融入到周围的环境中去,不能过分强调工程结构物的人文景观和人工装饰痕迹。挡土墙形式及材质可根据特色带的不同选择,并可进行不同的挡墙饰面。支挡防护工程型式的选择还应注意与路线线形吻合的自然造型,如挡墙的设置尽量化陡为缓、化直为曲等。

3.3.4 排水结构物形式

路基排水结构物应灵活地采用与周围环境相协调的多种型式。如对于城镇景观特色带,排水边沟设置为带有盖板的矩形边沟形式,而对于地形较为平坦的草甸景观特色带,排水边沟可设置为植有草皮的浅碟式边沟形式。路基排水结构物还应尽量隐蔽,路基边沟应宽浅及适当远离路基。

3.3.5 取弃土场位置及防护

影响公路景观的其它路基工程还包括取弃土场。取土场应尽量选择公路视野以外的地方,并考虑对取土坑采取必要的排水、防护和绿化措施,避免水土流失,尽量使取土坑与周围的地形和自然景观相融合;弃土场设计主要考虑与农田建设和自然环境相结合,并注意保护林木、农田、房屋及其它工程设施^[4]。

4 绿色设计理念在公路路基设计中的应用措施

4.1 选择经济性、可行性的公路路基设计方案

在公路路基设计过程中,项目设计人员不仅要要对施工材料的应用、施工工艺的选择等基本参数的设计进行明确,还要做好环保方法、环保目标等环保措施的设计。对路基断面型式进行确定可以为总体路基形式的设计奠定良好的基础。然后再根据工程地质条件、边坡高度以及填料的物理力学性质等对路堤边坡坡度和边坡形式进行确定,为了防止路基出现不均匀沉降的情况,让路面的路用性能得到充分的发挥,设

设计人员可以采取动态设计的方式，对路堤的稳定性进行全方位的监控。总而言之，基于绿色设计理念下的公路路基设计要结合公路的地貌特点和土质性质等确定环保措施和绿化措施，在形成环保系统和绿化带的基础上，提高公路路基的稳定性。

4.2 做好特殊路段的公路路基设计

在公路路基设计过程中，设计人员要做好特殊的路基设计，充分结合施工现场的水文地质条件和现场条件。例如在设计过程中遇到有浅层软弱土层路基时，可以利用开挖换填的方式进行处理，为了使处理的效果达到最佳，可以使用当地的透水性材料作为换填材料。在路基设计过程中，设计人员还要做好路基支挡措施，进行防护工程设计和合理的加固。结合施工现场的边坡高度和地质情况，尽可能将植物防护与工程防护有效结合起来，这样不仅可以保证边坡的稳定性，还能有效落实植物生态防护措施。设计人员还可以采取铺草皮和种草等方式对路堤土质边坡进行防护，对于挖方边坡，可以采取人工种植小灌木苗的方式进行防护。还有一些特殊的路段，可以采取植物生态防护措施、三维网上培土植草等方式进行防护。

4.3 制定好公路路基设计的取弃土方案

在路基施工过程中，涉及到一些挖方工程。路基设计人员在设计的过程中要充分考虑到这一点，制定最经济、最环保也是最可行的取弃土方案。一般来说，在设置取弃土场的时候，尽量遵循就近的原则，这样不仅可以给挖方工程带来方便，提高挖方效率，还能缩短路基的施工工期，从而提高经济效益。但是设置的取弃土场不能对周边环境造成破坏，有些土方不适合再用来填筑路基，就必须当成废方处理^[5]。在进行弃土之前，必须要做好排水沟和支挡工程，弃土结束后要在第一时间对场地进行整理，做好植草种地、边坡防护和周围的排水工作。如果弃土的土质质量比较好，可以对其进行再利用，在废土堆上种上湿地松或者马尾松等，进行普通的喷播以达到恢复植被的目的。这样不仅可以防止废土堆出现水土流失问题，还能增加植被的多样性，使局部的生态系统更加稳固。在公路路基施工过程中，一些低洼地的清淤土和坡地的表土需要集中起来进行统一存放，降低对周边环境造成的破坏。公路路基设计人员在设计的过程中需要充分考虑，将绿色理念充分体现。

4.4 公路路基设计中引用绿色公路设计理念

在公路路基设计中融入绿色设计理念不仅是可持续发展战略落实的需要，同时也是时代的发展趋势，是环保建设、低碳公路和绿色交通的重要体现。随着科技和信息技术的发展，社会各个行业都在不断发展，知识的更新速度也在不断加快，路基公路设计人员要不断学习新的设计理念和方法，将其应用在路基设计工作之中。我国相关部门以及公路设计单位等要定期或者不定期开展相关的培训工作，对路基设计人员的先进理念和专业技能进行培训，提升设计人员的设计能力和综合素质，使设计人员在路基设计工作之中主动将绿色理念融入到设计方案之中，既确保公路路基的科学性、合理性，同时也将公路路基的环保性和绿色性充分体现出来，推动我国公路事业的发展，同时也推动我国经济的稳定和可持续发展^[6]。

5 结论

综上所述，在公路路基设计过程中，设计人员需要结合施工现场的具体情况，选择经济性和可行性的公路路基设计方案，尽可能降低路基填挖方高度，减少或避免高填深挖路基，有效控制取土、弃渣数量及规模，减少公路建设对水土保持的不利影响，最大程度地减少对自然环境的破坏。注重公路植被恢复，掩盖人工构造痕迹，将绿色理念贯穿于设计的各个环节中，实现环境保护与公路建设并举，公路建设和自然环境相和谐，建成绿色之路、景观之路、生态之路。

6 致谢

本文得到海南省交通科技项目《万洋高速绿色品质工程建设关键技术研究与应用》的资助。

参考文献

- [1] 侯贤军. 基于环保理念的公路路基设计方法. 人民交通. 2018, (10), 54-55.
- [2] 徐辉. 试论基于环保理念的公路路基设计方法. 科技创新与应用. 2015, (27), 235.
- [3] 李兴华, 张超. 基于生态环保理念的公路设计. 交通世界. 2017, (26), 30-31.
- [4] 刘家顺. 川九公路设计与环境保护关键问题研究. 西南交通大学. 2007.
- [5] 吴琼. 基于环保理念的生态公路设计. 交通世界(工程技术). 2015, (06), 154-155.
- [6] 方新雷. 农业园道路设计标准及生态设计理念的研究. 湖北工业大学. 2015.