

我国高速公路建设现状及边坡防护研究

吕惠明^{1,2}

1.西北农林科技大学水土保持研究所;2.中国科学院水利部水土保持研究所 712100

摘要

随着我国公路建设的飞速发展,高速公路边坡防护日益显示出它的重要作用。传统的工程防护技术,如干砌块石护坡、浆砌块石护坡等,破坏了原有的植物覆盖层,不利于环境保护和生态平衡;并且对于降雨强度高、岩土易风化的地区,工程结构很容易被架空,存在滑坡等风险。生态防护技术是随着世界范围内高速公路建设而兴起的一门工程技术,与传统的工程防护技术不同,它是充分利用植被的护坡机理来稳定边坡,缓解工程建设与生态环境之间的矛盾,减少高速公路对生态环境的影响。

关键词

边坡防护; 工程防护; 生态防护; 护坡机理

二十世纪中叶以来,环境问题已成为全球的一大危机。高速公路建设与自然环境密切相关。高速公路建设项目规模大、涉及面广,在其建设施工过程中,边坡的开挖必然会破坏原有的植被覆盖层,导致出现大量的次生裸地以及严重的水土流失现象,破坏了生态环境,恶化了动、植物的栖息生存条件,加剧了生态系统的退化^[1]。因此,如何在公路建设的同时,保护我们的生态环境,进而实现交通环境的可持续发展,是一个十分值得关注的问题。

1、我国高速公路建设现状

改革开放以来,我国的公路建设发展迅速,2006年高速公路已突破了4.54万公里。1988年10月31日,上海至嘉定18.5km高速公路建成通车,使中国有了高速公路。此后17年间,我国高速公路建设突飞猛进(详情见表1)。高速公路的快速发展,大大缩短了省与省之间、重要城市之间的时空距离,加快了区域间人员、商品、技术、信息的交流速度,有效降低了生产运输成本,正在改变着人们的时空观念和生活方式。公路建设对国土资源的开发和区域经济发展的先导作用,以高速公路的影响最为明显,主要表现在以交通区位优势,诱导大量新的资本在其沿线的投入,形成高速公

路产业带,调整了产业和人口的分布,提高了高速公路所连接的端点(中心城市)、主要节点(沿线主要城镇)以及高速公路互通式立体交叉点连接的周边区域土地资源的利用强度和价值。

1.1 促进国土资源的开发和区域经济的发展。

高速公路建设是扩大内需、拉动经济的有效手段。国民经济要保持或实现一定的增速,离不开投资、出口、消费三大需求的拉动。一条高速公路建成后的10年内,产业聚集的效果十分明显,其两端的大城市沿高速公路走向延伸发展,在各个出入口区域形成一系列卫星城镇或经济开发区,并以高速公路为轴线扩散形成产业带。如我国的京津塘高速公路建成通车不足10年,全线142.7km,从北京到塘沽11个出入口附近区域,依次布设了北京经济开发区、河北廊坊经济开发区、武清高科技产业区、逸仙园国际科学工业园区、高新技术产业区、程林庄化工高新技术产业园区、军粮城新技术园区、天津(塘沽)海洋高新技术园区、天津经济技术开发区等各类经济技术开发区,开发用地面积约70 km²。京津塘高速公路的建设带来了沿线土地的升值,河北廊坊经济开发区土地价格,京津塘高速公路建成通车前不足千元/亩,建成通车后科技性产业地价每亩达到5.5~8.5万元,加工型工业用地在10万元以上,房地产用地高达15~20万元,一般商业性用地也达到10万元。

1.2 推动沿线地区产业结构的调整

高速公路所创造的便利的交通条件,使企业能源、原材料得以及时输入,销售产品能够及时输出,为企业降低了流通成本,通畅的运输加速资金周转为企业创造了利润,高效的物流条件提高了企业的市场竞争能力。近年来我国在高速公路沿线出现的产业就明显的表明了这一点,如电子信息、机电、新材料、生物工程技术等产业多集中在交通便利的高速公路出入口周围区域,形成特殊的产业园区。

1.3 带动第三产业的发展

公路建设特别是以高速公路为代表的高等级公路的建设,相对缩短了人员交往和商品流通的时空距离,为人与物的流动

创造了有利条件,高速公路的运营将大大降低工业产品的运输成本,增强产品走向市场的竞争力;缩短农副产品的储运时间,方便水产、水果、蔬菜等鲜活产品的外运,从而加速农副产品的流通,极大提高农副产品的商品化程度,促进商业、旅游业等第三产业的发展;高速公路也为沿线旅游业提供了便利的条件,促进旅游景点向纵深拓展并提高旅游业的综合服务。同时高速公路交通本身就意味着人和物的流动,会带来沿线地区商业的繁荣,促进各类大小集贸中心的形成。

2、高速公路建设的负面影响

高速公路的建设是带状工程,涉及面广,可能损坏原有的水土保持设施^[2]。建设初期,由于大量边坡的开挖和填方形成了面积巨大的裸露边坡,同时对区域内的原有动植物群落破坏非常严重,极易发生水土流失和生物多样性减少。随后与之相伴的坡面土壤侵蚀、水土流失、山体坍塌、滑坡、河流阻塞、水污染等灾害,不仅影响道路的安全和水土资源的保护,而且危及周边地区环境及公共设施的安全。高速公路建设过程中所造成的生态问题,尤其是裸露的边坡,靠自然界自身的力量恢复生态平衡常常需要较长时间,而陡峭的岩石边坡往往留下永久的伤痕,不能自然恢复。因此,在进行公路选线、边坡设计、滑坡治理中充分结合植被防护、美化环境、保护和恢复自然,而促进人类文明的可持续发展正越来越受到全世界的重视。

3、生态防护技术

边坡也称斜坡,影响边坡稳定性的因素归纳起来可分为两大类,即自然因素和人为因素^[3]。

(1)自然因素:公路是特殊的带状构造物,每条公路都要穿越很多地区。由于受地质构造和地形条件等因素的影响,每一个小区域都有不同的地质和气候条件。

(2)人为因素:一条公路的建设和使用管理,都是由人去实现的。根据建设程序和内容,并结合已建公路的情况看,影响边坡稳定的人为因素可归集为下列三个方面:即设计因素。施工因素和养护管理因素。

边坡和路面是反映公路修建质量的两面镜子^[4],随着人们观念的改变和环保方面

的要求,公路边坡不但要求稳定,而且要求美观。

生态防护技术正是在这种条件下应运而生,它能弥补传统防护工程护坡的不足,并且可以满足人们对环境保护的要求。边坡生态防护技术是基于生态工程学、工程力学、植物学、水力学等学科的基本原理,利用活性植被材料,结合其他工程材料在边坡上构建具生态功能的护坡系统,通过生态工程自支撑、自组织、与自我修复等功能来实现边坡的抗冲蚀、抗滑动和生态恢复,以达到减少水土流失、维持生态多样性和生态平衡及美化环境等目的。

4、山区高速公路研究

4.1 山区公路建设对生态环境的影响

山区地形、地貌复杂,生态环境脆弱,高速公路建设由于其线形技术标准高,建设中开挖填筑、架桥挖隧、取土弃土不可避免地会对周围生态环境造成影响,并由此带来一系列的生态环境问题。如:廊道分割效应、水文影响、植被影响、野生动物影响、水土保持影响、土地资源影响,自然保护区影响等,见图1。

4.2 山区边坡防护类型选择的原则

山区边坡防护类型选择的目的是综合考虑地形、土质、材料来源等情况,合理布局,因地制宜地选择实用、合理、经济、美观的防护加固措施,确保山区高速公路的稳定和行车安全,同时达到与周围环境的协调,保护生态环境的相对平衡,美化高速公路的效果^[5]。

1) 选择防护类型时,要充分了解地形、地质、气候条件和防护效果,应选择经济性好及施工方便的最佳防护类型;

2) 同一路段,同一边坡内,其土质、填高、冲刷、涌水状态也不完全相同。因此,选出的防护方案应适合各自条件,为方便施工,防护类型不宜太零碎;

3) 边坡防护方案应与自然环境相协调,避免不合理的边坡防护方案造成边坡变形、失稳等环境地质问题,从而减小山区生态环境的破坏;

4) 山区高填深挖对生态环境的影响是直接性的,边坡防护方案选择要帮助恢复自然生态,尽量减少对山体的破坏,以减少水土流失,使得公路建设对生态环境的影响降到最低;

5) 所选边坡防护方案应注重景观与绿化设计。边坡防护方案应在稳定的基础上美化道路景观,改善沿路的实际景观,保证行车视野开阔,为驾驶员和乘客提供一个良好的行车环境。

4.3 方案比选

由于传统建设指导思想的束缚,路线在经过复杂地形进行多层次的方案比较时,即使进行高路堤与高架桥梁比较、深路堑与隧道方案比较、半边桥与高边坡比较,也往往将经济作为首选因素,未把对环境破坏及其恢复程度列为主要比较条件,很难使有利于环保、造价较高的方案作为最终选择。应遵循“因地制宜、就地取材、经济适用、照顾景观”的原则,综合考虑比较。

4.4 防护工艺类型

由于山区边坡地质条件复杂,单一的工程护坡和植物护坡已不能满足其稳定性,生态防护正是将两者结合,取其所长,达到生态平衡和美化环境。根据对山区生态环境的影响,边坡防护类型选择的原则以及综合方案比选,采用不同的施工方法和施工工艺可将边坡生态防护技术主要分为:a 液压喷播植草护坡;b 土工网植草护坡;c 客土植生植物护坡;d 三维网植草;e 综合植物护坡^[5,6]。生态防护类型、适用范围及特点见表1。

4.4.1 液压喷播植草护坡

液压喷播植草护坡,是国外近十多年新开发的一项边坡植物防护措施,是将草籽、肥料、黏着剂、纸浆、土壤改良剂、色素等按一定比例在混合箱内配水搅匀,通过机械加压喷射到边坡坡面而完成植草施工的^[6]。其特点是: 施工简单、速度快; 施工质量高,草籽喷播均匀发芽快、整齐一致; 防护效果好,正常情况下,喷播一个月后坡面植物覆盖率达70%以上,二个月后形成防护、绿化功能;

适用性广,工程造价低。目前,国内液压喷播植草护坡在公路、铁路、城市建设等部门边坡防护与绿化工程中使用较多。

4.4.2 土工网植草护坡

土工网植草护坡,是国外近十多年新开发的一项集坡面加固和植物防护于一体的复合型边坡防护措施^[7]。该技术所用土工网是一种边坡防护新材料,是通过特殊工艺生产的三维立体网,不仅具有加固边坡的功能,在播种初期还起到防止冲刷、保持土壤以利草籽发芽、生长的作用。随着植物生长、成熟,坡面逐渐被植物覆盖,这样植物与土工网就共同对边坡起到了长期防护、绿化作用,土工网植草护坡能承受4m/s以上流速的水流冲刷,在一定条件下可替代浆(干)砌片石护坡。目前,国内土工网植草护坡在公路、堤坝边坡防护工程中使用较多,铁路部门相对较少。

4.4.3 客土植生植物护坡

客土植生植物护坡,是在边坡坡面上挂网机械喷填(或人工铺设)一定厚度适宜植物生长的土壤或基质(客土)和种子的边坡植物防护措施。客土喷播是一种融合土壤学、植物学、生态学理论的生态防护技术。它在这些理论的指导下精心配制适合于特殊地质条件下的植物生长基质(客土)和种子,然后用挂网喷附的方式覆盖在坡面,从而实现对岩石边坡的防护和绿化。该技术首先根据地质和气候情况确定边坡的植物生长基质配方,同时确定喷播厚度(一般为0.03~0.1m),然后根据坡面稳定性确定锚杆的长度和金属网的尺寸,多用

表1 我国高速公路建设进程表

年份	1988	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2010
里程	18.5	1万	1.6万	1.9万	2万	3万	4.1万	4.5万	6.5万
	km	km	km	km	km	km	km	km	km

表2 生态防护类型、适用范围及特点

防护类型	适用范围	防护特点
液压喷播	设计稳定边坡坡度不陡于1:1.25,一般要求边坡高度≤6m,边坡土质,适合种草且边坡不浸水或短期浸水	机械化施工,速度快,效率高、草坪生长均匀、致密,能满足各种复杂地形的施工,成本低,质量好
土工网植草	适用于土质或岩质边坡,在公路、堤坝边坡防护工程中常见	工程造价低,工期短,提高地基承载能力以及稳定性,质量好
客土植生植物	适用于工程开挖后裸露的岩石坡面	具有广泛的适应性,可以实现从土石边坡到岩质边坡的绿化
三维网植草	设计边坡稳定土质贫瘠的上边坡和土石混填的下边坡	工程造价低,施工工艺简单易操作,工期短,回填营养土有利于边坡土壤的改良,促进植物生长
综合植物护坡	适用于填挖方土质边坡或可以受冲刷的如粉沙土等	工艺简单,网格内可以植草,进度快,效果好有一定观赏价值

于普通条件下无法绿化或绿化效果差的边坡。施工工序为:清理坡面,钻孔打锚杆,挂网,喷射客土。客土的配方包含土壤、纤维、肥料、保水剂、黏结剂、稳定剂。配制后的客土能满足植物生长所需要的基本厚度、酸碱度、孔隙率、营养成分、水分以及耐久性。客土喷播的植物由多种草本、灌木组成,而且尽量采用与当地天然植被类似的种类。客土基质可以借助金属网的支撑附着在坡面,对坡率陡者可以加密网或设置双层网。由于客土可以由机械拌和,挂网实施容易,因此,施工的机械化程度高,速度快,无论从效率和成本上都比浆砌片石护面墙和挂网喷混凝土防护要优越。该技术在公路边坡防护中已被大量应用,在日本等国家已经被作为边坡绿化的常规方法加以应用。而且植被防护的效果良好,基本不需要养护即可维持植物的正常生长。

4.4.4 三维网植草

三维植被网植草技术是一种固土防冲刷的植草技术,近年来逐渐开始在高速公路中推广使用^[8]。它将一种带有突出网包的多层聚合物网固定在边坡上,在网包中敷土植草。三维植被网从功能上分为抗拉纤维层和固土网包两个部分,根据其抗拉能力和固土能力的不同又分为 2, 3, 4, 5 层网。其中薄层应用于下边坡,厚层应用于上边坡。该技术对于设计稳定的上、下边坡,特别是土质贫瘠的上边坡和土石混填的下边坡可以起到固土防冲刷并改善植草

质量的良好效果。由于比较经济,因此在一定程度上可以取代部分拱型截水骨架植草。

挂三维网植草工艺流程:边坡场地处理 开挖水平沟 客土填平 挂三维网 U型钉固网 回填土 材料(复合肥、保水剂、粘结剂、低纤维、水等)与多草种混拌 液压喷播 盖无纺布 前、中、后期养护。

4.4.5 综合植物护坡

综合植物护坡是在坡面上浇筑混凝土框架或浆砌片石骨架,然后在骨架或框架内的坡面土体裸露部位采用人工种植或机械喷播的方式建植草皮或灌木。常见的骨架护坡主要有浆砌片石骨架植草防护和锚杆混凝土框架植草护坡。浆砌片石骨架形式多样,主要有拱形骨架、菱形骨架、人字行骨架、六边形混凝土空心块等;由于综合防护的形式是多种多样的,该技术在边坡防护中已被大量应用。

经实践验证,以上几种护坡工艺在山区已得到广泛的应用并取得了良好的效果。总之,在山区公路边坡防护上,我们应不断总结经验,不断创新,建造好专业的生态防护队伍,使高速公路成为真正意义上的“绿色通道”。

5、结 语

由于山区地形地貌单元变化多端,地质条件错综复杂,生态环境极其脆弱,边坡防护是系统工程,所以要充分考虑边坡破坏模式、工程地质条件,结合地质环境条件进行综合评价,并采取合理有效的防护措施。同时,应注意借鉴其他项目成功经验,不断总结和提高,为修建“快、达、畅、美”的山区高速公路提供更好的技术保障。

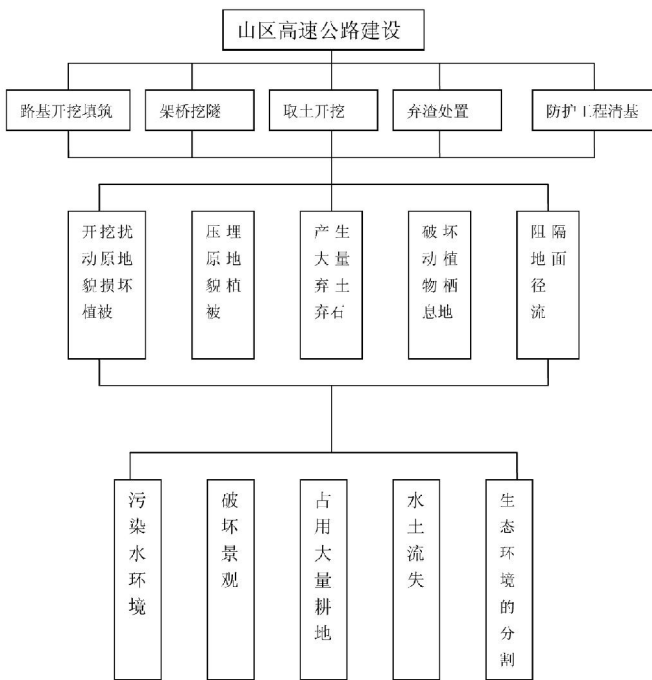


图 1 山区公路建设对生态环境的影响

参考文献

[1] 张展. 我国高速公路建设对生态环境的影响研究[J]. 水土保持通报. 2008(5): 110-114
 [2] 刘朝晖, 张映雪. 公路线性与环境设计[M]. 北京: 人民交通出版社. 2003, 1
 [3] 张展. 对黄延高速公路边坡植被与防护类型的调查研究[J]. 水土保持通报. 2009 (3):55-59
 [4] 高照良. 现阶段黄土高原水土流失治理进展及其对策[J]. 世界科技研究与发展. 2009(3):15-21
 [5] 牛兰兰, 丁国栋, 赵方莹. 公路建设项目水土流失及其防治措施初探. 中国水土保持科学. 2007, 5 (1): 114-118
 [6] 陈宗伟. 在建高速公路土壤侵蚀规律及其防治体系研究[D]. 北京林业大学博士学位论文. 2006
 [7] 祁有祥, 赵强, 胡晋茹等. 高速公路建设项目水土保持措施研究[J]. 中国水土保持科学. 2006, 4 (1): 165-169
 [8] 卜崇峰, 冯伟, 余海龙. 公路水土保持技术理论研究进展. 中国水土保持. 2008, (9): 12-14