

江西省高速公路边坡防护技术体系浅析

吴治玲

(江西省水土保持科学研究院,江西 南昌 330029)

摘要:江西省高速公路自1989年建设以来,通过不断试验与实践,在边坡防护方面取得了长足发展,形成了一套边坡防护技术体系.本文通过选择三项高速公路建设实践案例,总结分析边坡防护技术体系的设计理念及其发展方向,并从生态文明建设角度提出,尽量减少采用工程护坡,优先考虑采用植物护坡或工程和植物相结合的综合护坡.

关键词:高速公路;边坡防护;工程防护;植物防护;技术体系

中图分类号:S157 **文献标识码:**C **文章编号:**1004-4701(2016)02-0153-04

1989年,江西省首条高速公路昌九高速开始建设,开创了我省高速公路建设的历程,经过二十多年的发展,高速公路建设取得了巨大成就,截至2015年年底,全省高速公路通车里程已达到5 000 km^[1],实现了历史性跨越,取得了显著成就.高速公路建设过程中,受沿线地形地貌的影响和线型建设的需要,需要开挖回填,往往形成大量高陡的挖填边坡.边坡处置不当,不仅破坏沿线景观,而且危及行车安全.如何营造一种安全、快速、舒适的行车环境,把高速公路建设成为景观路、生态路,边坡防护已成为高速公路建设的重要内容.

1 高速公路边坡

边坡也称为斜坡,是指表面倾斜的土体或岩体.按照边坡与工程关系,高速公路边坡属人工边坡^[2].高速公路边坡根据其形成方式和岩性情况进行设计.

一般情况下,对于填方边坡,当边坡高度 $H \leq 8$ m时,采用直线式边坡,坡率取1:1.5;边坡高度 $8 < H \leq 12$ m时,在土路肩下8 m处变坡,上部坡率为1:1.5,下部坡率采用1:1.75;边坡高度 $H > 12$ m时,土路肩下每8 m设一级平台,平台宽1.5~2 m,上部坡率为1:1.5,下部坡率为1:1.75~1:2.

对于挖方边坡,坡脚设碎落台,宽1.5~2.5 m.当边坡高度 $H > 8.0$ m时,每8.0 m处进行分级,设宽为2 m的边坡平台.边坡坡率根据其岩性控制,一般取1:1~1:1.5.

2 高速公路边坡防护类型

根据边坡防护的材质情况,边坡防护类型可分为工程护坡、植物护坡和综合护坡^[3].

2.1 工程护坡

工程护坡适用于不稳定的高陡边坡,或坡脚遭受水流淘刷的高速公路边坡.工程护坡属传统的工程加固措施,即采用硬质材料对边坡进行防护,如浆砌石挡土墙、混凝土挡土墙、钢筋混凝土挡墙、钢筋笼挡墙、浆砌石护面墙、浆砌石护坡、干砌石护坡、混凝土护坡、抛石护坡等.

2.2 植物护坡

植物护坡适用于坡度较缓的土质或沙质坡面.植物护坡是一种生态护坡措施,即利用植物根系对坡面土壤的固结作用和植物枝叶对大气降水的遮挡作用,防止坡面土壤侵蚀,达到稳定边坡的目的.根据植被结构模式,植物护坡可划分为种草护坡、造林护坡,如草皮护坡、液压喷播、三维网植草、喷混植生、灌木护坡、灌草护坡、乔灌草护坡等.

2.3 综合护坡

综合护坡适用于条件较复杂的不稳定边坡.综合护坡是将植物护坡技术与工程护坡技术有机结合,实现共同防护的一种护坡方法,通常采用浆砌石、混凝土形成框格骨架,或采用格宾、混凝土联锁砌块、预制高强度混凝土块等铺面做成护垫,然后在框格内、护垫表面

植草或栽植藤本植物。根据采用的护坡材料,综合护坡主要分为框格护坡、宾格护坡、铰接式护坡,如浆砌石框格植草护坡、混凝土框格植草护坡、格宾护垫护坡、连锁式护坡。

3 高速公路边坡防护实例分析

根据高速公路建设的不同时段,选择建设开工时间为2000年、2008年和2015年等3条高速公路进行分析,总结其边坡防护技术体系,分析边坡防护设计理念及其发展方向,为高速公路边坡防护建设提供依据。

3.1 赣粤高速昌傅至泰和段

3.1.1 工程概况

赣粤高速昌傅至泰和段经过渝水区、峡江县、吉水县、吉安市辖区、吉安县、泰和县,路线全长约147.79 km,全线按双向四车道高速公路标准建设,工程于2000年开工建设。

本项目路线主要位于丘陵岗埠区,发育河谷盆地,地层出露较多。不良地质主要为变质岩及红砂岩,变质岩因其岩层为千枚岩、千枚状板岩,岩性极软。沿线区域土壤母质以泥质岩类、酸性结晶岩类风化物为主,并有较大面积的第四纪红色粘土和近代河积物以及紫色岩类、红砂岩类风化物等分布。土壤以红壤为主。

3.1.2 边坡防护体系

(1) 填方边坡

填方路堤段边坡,当其坡高 $H \leq 8$ m时,边坡坡比采用1:1.5,当其坡高 $H > 8$ m时,在坡高8 m处增设1.5 m宽的护坡道,上段边坡坡比为1:1.5,下段边坡坡比为1:1.75;填方路堤填高 $H \leq 5$ m采用草皮框格护坡,填高 $H > 5$ m采用浆砌片石框格护坡,框格内植草;在沿河库岸、鱼塘地段及内涝地段采用30 cm厚M7.5浆砌片石护坡。

当填方边坡较高($H > 20$ m)时,要求填筑成台阶式边坡,从路面往下推算,填方高度 H 为0~8 m处坡比采用1:1.5, H 为8~16 m处坡比采用1:1.75,其余部分采用1:2.0的坡比,同时坡脚采用M7.5浆砌片石挡土墙拦挡,在变坡处布设1.5 m宽的护坡道。

(2) 挖方边坡

挖方路堑边坡,应根据边坡高度、土石方类别及其结构、地下水、地面水的情况等因素确定,在路基外侧边缘与边坡坡脚之间设置1 m宽碎落台;当挖方高度 $H > 8$ m时,在路堑高度8 m处设2.0 m宽平台。当挖方边坡较高($H > 20$ m)时,要求开挖成台阶式边坡,在台阶

式边坡中部,高度每隔6~10 m或变坡点处,设置边坡平台。

挖方路堑土质边坡,当其坡高 $H < 4$ m时,采用草皮框格护坡;当其坡高 $H \geq 4$ m时,采用浆砌片石框格护坡,框格内植草。挖方路堑遇软质岩石或风化碎屑层时,采用护面墙护坡。

3.2 杭瑞高速九江至瑞昌段

3.2.2 工程概况

杭瑞高速九江至瑞昌段位于江西省九江市境内,途经九江市庐山区、九江县、瑞昌市,路线全长48.101 km,按双向四车道高速公路标准建设,工程于2008年开工建设。

本项目沿线地貌类型主要有低山、丘陵、岗阜等;区域内基岩主要由志留系的细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥页岩、泥质粉砂岩、长石石英砂岩、紫红色泥质粉砂岩;石炭系的灰白色白云质灰岩;二迭系的炭质页岩、微晶灰岩、燧石结核灰岩;三迭系的钙质页岩、灰色泥质灰岩夹瘤状灰岩;下第三系的紫红色陆相碎屑岩、紫红色巨厚层砾岩,紫红色粉砂质细砂岩组成。成土母质主要为泥质岩类、砂质岩类和近代河湖冲积物,土壤以红壤为主。

3.2.2 边坡防护体系

(1) 填方边坡

一般情况下,填方路段填高10 m以内的边坡,采用铺草皮或喷播草(灌)防护;填高在10~20 m时坡率1:1.75采用浆砌片石(或混凝土预制块)拱形骨架护坡(拱圈内植草、栽植灌木)防护,坡率 $> 1:1.75$ 时,仅采用铺草皮或喷播草(灌)防护。

路堤坡脚靠近河流、受洪水浸淹以及水塘路段,设计洪水位+0.50 m以下部分边坡采用浆砌片石(或混凝土预制块)护坡防护。

对于跨铁路、国道、县乡道、峡谷等旱桥桥头护坡,在桥头5 m采用浆砌石护坡或六边形预制块铺草皮防护并设检查踏步(兼急流槽)。路堤坡脚至用地界填土50 cm,采用清表土进行回填,并进行植树种草防护。

(2) 挖方边坡

对于路堑边坡岩土体较破碎、松散,易发生坡面滑塌的路段,设置路堑墙增加坡体的稳定性;路堑墙采用浆砌片石仰斜式挡土墙,并在碎落台处栽植攀援植物对边坡进行绿化。

考虑绿化景观要求,设置路堑墙的路段,路堑边坡均采用植物防护或者骨架植物防护。

路堑边坡高度 $H \leq 3.0$ m时:当边坡岩性为土质及全风化岩石时,边坡采用植草、栽植灌木防护;当边坡岩

性为强风化岩石时,采取三维网垫客土喷播植草或边坡挖台阶植树绿化的方式进行防护,边坡台阶高 3 m 一级,坡率 1: 0.5,平台宽 1.5 m,在平台开挖 1.0 m×0.5 m(宽×深)植树槽,槽内填富含养分的种植土,内植攀援植物与矮灌木。路堑边坡高度 $H>3.0$ m 时:边坡采用拱形骨架植草防护或锚杆挂网喷播植草灌防护。

3.3 宁都至定南(赣粤界)高速公路定南联络线

3.3.1 工程概况

宁都至定南(赣粤界)高速公路定南联络线位于江西省定南县境内,路线长 38.867 km,按双向四车道高速公路标准建设,工程于 2015 年开工建设。

本项目沿线低山、高丘、山间沟谷盆地相间分布,主要发育有震旦系-寒武系、侏罗系以及第四系等地层。成土母质主要以泥质岩类、砂质岩类和花岗岩类风化物为主,并有大量河湖冲积物分布。土壤主要为红壤。

3.3.2 边坡防护体系

(1)填方边坡

当边坡高度 $H\leq 8$ m 时,采用直线式边坡,坡率取 1: 1.5;边坡高度 $8<H\leq 20$ m 时,在土路肩下 8 m 变坡处设 2 m 宽一级平台,上部坡率为 1: 1.5,下部坡率采用 1: 1.75。边坡高度 >20 m,采用 1: 2。土路肩、平台外缘及边坡坡脚处采用自然的圆弧过渡。

当路堤边坡高度 $H\leq 4$ m 时,边坡坡面至坡脚外 1.5 m 范围内采用喷播植草防护;路堤边坡高度 $H>4$ m 时,一般采用拱型骨架(骨架内植草)防护;桥梁台后 10 m 范围的路堤边坡防护,为增加桥梁景观,采用 C20

混凝土拱型骨架内植草防护。

(2)挖方边坡

土质路堑边坡一般路段边坡坡率取 1: 1~1: 1.5,有条件时尽量放缓,以利边坡稳定和植树绿化。石质路堑边坡,对于强风化或全风化岩石边坡,边坡坡率取 1: 0.75~1: 1.0;对于中等风化的硬质岩边坡,边坡坡率取 1: 0.5~1: 0.75;对于微风化、弱风化的硬质岩挖方边坡,边坡坡率取 1: 0.3~1: 0.5。当边坡高度 $H>12$ m,需分台阶放坡时,最上一级边坡坡率取 1: 1.5。当挖方路堑边坡高度 $H<12$ m 时,边坡采用一坡到顶的边坡形式;当挖方路堑边坡高度 $H>12$ m 时,路堑边坡形式采用阶梯形,台阶高以 8(或 10)m 为级差基准,每隔 8(或 10)m 设一边坡平台,边坡平台宽 2 m,最上一级边坡高度小于 12 m 时,采用一坡到顶,不再增设平台。边坡坡脚、边坡平台及坡顶折线处均采用自然的圆弧过渡,以起到修饰和美化路容的作用。

路堑边坡高度 $H\leq 4.0$ m,边坡岩性为土质及全风化岩石时,采用喷播植草防护;边坡岩性为强风化岩石时,一般采用拱型骨架+喷播植草护坡等防护;路堑边坡高度 $H>4.0$ m 时,一般采用拱型骨架、框格锚杆植草护坡等防护。

3.4 边坡防护设计理念

随着高速公路建设实践经验的不断积累和人民生活需求的不断提高,其边坡防护技术和防护理念也不断进步,三条高速公路边坡防护体系和防护理念详见表 1。

赣粤高速公路(昌傅至泰和段)属江西省早期建设

表 1 高速公路边坡防护设计理念及发展方向

项目名称	开工时间 /年	边坡防护体系			防护理念
		工程护坡	植物护坡	综合护坡	
赣粤高速昌傅至泰和段	2000	浆砌石护坡挡土墙护面墙	草皮框格护坡	浆砌石框格护坡	注重安全防护,以工程防护为主
杭瑞高速九江至瑞昌段	2008	浆砌片石护坡 混凝土预制块挡土墙 路堑墙	铺草皮 喷播植草灌防护 三维网喷播植草 台阶植树 植攀援植物	拱形骨架护坡	在注重安全防护的同时,也考虑了生态需求
宁都至定南 高速定南联络线	2015	无	铺草皮 喷播植草灌防护 三维网喷播植草灌 护坡	拱型骨架防护 框格锚杆植草护坡	采用缓边坡,注重生态和景观防护

的高速公路。该高速公路边坡防护以安全稳定为主,主要采用浆砌石护坡、浆砌石挡土墙、浆砌石护面墙等工程护坡,少量采用草皮框格护坡、浆砌片石框格植草护

坡。边坡防护类型少、工艺简单、技术和材料都较为传统,植物措施和物种选择上也比较单一,边坡防护设计上以安全防护为主,缺少生态、景观理念。

杭州至瑞丽高速公路江西九江至瑞昌段边坡防护,在采用浆砌石护坡、浆砌石挡墙、浆砌石护面墙等工程防护的同时,也采用了土工格室植草、三维网垫客土喷播植草、锚杆挂网喷播植草灌防护等植物护坡。该高速公路边坡防护,在考虑边坡安全稳定的同时,也注重高速公路坡面的植物防护,同时植被层次上也进行了丰富,采用了灌草护坡;尤其是在岩质边坡防护上,在改良坡面立地条件的基础上,采用了三维网垫客土喷播植草、攀援植物与矮灌木进行绿化,改善了高速公路沿线的行车环境。

宁都至定南(赣粤界)高速公路定南联络线边坡,采用缓坡比方案,尽量降低路堑边坡高度,将原先尖、平、齐坡顶修成缓、圆、曲的龟背形,突出公路两旁的原生植被和生态环境。边坡防护上很少采用工程护坡,一般坡面采用喷播植草防护或拱型骨架护坡(骨架内植草)防护;对强风化岩质坡面,一般采用拱型骨架+喷播植草护坡、拱型骨架、框格锚杆植草护坡等防护。该高速公路边坡防护,吸收了生态路、景观路建设的理念,非常注重与周边自然环境协调,防护类型上很少单纯采用工程护坡,注重植物防护和工程与植物相结合的综合防护。植物品种选择和群落结构配置上也进行了积极探索,考虑了生态防护和绿化景观要求。

总体上,初期高速公路边坡防护注重安全防护,护坡类型少,且以工程护坡为主。随着高速公路建设经验的积累和国内外先进技术的引用,逐步注重生态防护,在保护边坡安全的前提下,采用植物护坡或综合护坡,护坡类型逐渐多样。在生态文明建设的指导下,高速公路建设理念也不断发展,通过缓边坡方案,尽量避免采

用工程护坡,并对边坡坡顶和坡脚进行圆弧过度处理,坡面栽植乡土花草树木,营造了生态、优美、和谐的行车环境。

4 结语

高速公路各类型护坡的作用和特点各有不同,适用条件也各不相同,要根据高速公路边坡的坡度、岩性、土壤、位置等环境条件,以及工程技术要求,进行合理选择。

植物护坡应根据坡面条件和区域自然环境,合理选择植物种类,同时要兼顾生物多样性和群落稳定性需求,建立多物种、多层次的植物防护体系,并加强养护管理,保障护坡效益正常发挥。

从国家生态文明建设角度和建设生态路、景观路的需求出发,需要加大力度对高速公路边坡防护进行研究,如植物护坡的植物种类、技术模式、护坡效益与评价研究等,为高速公路边坡防护提供更为有效的科技支撑。

参考文献:

- [1] 2016 年底江西高速公路通车里程有望突破 6000 公里, http://news.ifeng.com/a/20160113/47052342_0.shtml (2016/01/13)。
- [2] 顾卫,江源,等.人工坡面植被恢复设计与技术[M].北京:中国环境科学出版社,2009:1~3。
- [3] GB50433-2008,开发建设项目水土保持技术规范[S].北京:中国计划出版社,2008:43~46。

编辑:张绍付

Analysis of highways slope protection technology system in Jiangxi

WU Zhiling

(Jiangxi Provincial Institute of Soil and Water Conservation, Nanchang 330029, China)

Abstract: Since its construction in 1989, the highways in Jiangxi province has achieved through constant experiments and practices significant development in slope protection, and formed a system of slope protection technology. This paper selects three cases of highway construction and summaries the design concept and development direction of the slope protection technology system. It's also proposed to reduce engineering slope protection as far as possible and give priority to the utilization of vegetative slope protection or combine the both method.

Key words: Highway; Slope protection; Engineering protection; Vegetative protection; Technology system

翻译:邹晨阳