

白茬山生态治理方法分类探讨

米拓¹ 陈娟娟² 杨永涛² 李春亮² 鞠林雪¹

1 中化地质矿山总局地质研究院, 北京 100101

2 中化地质矿山总局河北地质勘查院, 河北 石家庄 050031

[摘要]随着矿山生态环境治理的不断深入,白茬山的治理也进入到了攻坚阶段。由于白茬山的治理难度大,风险高,投入大,且个例性较强,治理效果不如人意,因此一些项目在治理时将其分离了出来暂不治理或暂缓治理。近几年,随着技术的进步和经验的积累,治理方法也日趋完善,但是目前针对白茬山生态治理却没有系统的分类,在进行选择时有时缺少针对性,因此文中通过近几年以来不同地区的治理成果经验和自己的工作经验,提出了广义上的白茬山定义,对白茬山的治理方法进行系统分类,分析其优缺点、适用范围等,便于根据不同要求有针对性的选择治理方案。

[关键词]白茬山;生态环境治理;系统分类;施工安全

DOI: 10.33142/ec.v5i11.7173

中图分类号: X322

文献标识码: A

Discussion on Classification of Ecological Control Methods in Baicha Mountain

MI Tuo¹, CHEN Juanjuan², YANG Yongtao², LI Chunliang², JU Linxue¹

1 Geology Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Beijing, 100101, China

2 Hebei Geological Exploration Institute of Geology Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Shijiazhuang, Hebei, 050031, China

Abstract: With the continuous deepening of mine ecological environment management, the management of Baicha Mountain has also entered the critical stage. Due to the great difficulty, high risk, large investment, and strong case by case, the governance effect of Baicha Mountain is not satisfactory, so some projects have separated it from the governance temporarily or postponed. In recent years, with the progress of technology and the accumulation of experience, the governance methods have become increasingly perfect. However, there is no systematic classification for the ecological governance of Baicha Mountain, and there is sometimes a lack of pertinence in the selection. Therefore, based on the experience of governance achievements in different regions in recent years and my own work experience, the paper proposes a broad definition of Baicha Mountain, systematically classifies the governance methods of Baicha Mountain, and analyzes their advantages and disadvantages Scope of application, etc., to facilitate the targeted selection of governance schemes according to different requirements.

Keywords: Baicha Mountain; ecological environment governance; system classification; construction safety

1 白茬山的定义

我们所说的白茬山通常是指因露天矿山无序开采而形成的较大范围石灰岩白茬陡立断面(掌子面)^[1](如图1)。

随着生态环境治理的不断推进,除前述原因形成的白茬山以外,还有其他原因所形成的相同或类似的山体断面,比如矿山合规开采但未及时治理的断面(掌子面),公路等因基础设施建设形成的类似的规模较大的陡立岩石断

面(坡面)等,也称做白茬山。而这种山体岩性也呈现多样化,比如安山岩、花岗岩、石英砂岩等,其特点是具有一定的规模,对自然生态环境产生了较大的影响,因此,我们将前者定义为狭义的白茬山,而将后者定义为广义的白茬山。采用广义上的白茬山定义能更好的反映当前白茬山问题的现状,本文中的白茬山即指的广义上的白茬山。



图1 渭南某水泥厂开采石灰石形成的白茬山图



图2 某公路沿线宣传标语(图片来自网络)

2 白茬山的特点及治理的意义

2.1 白茬山的特点

白茬山有多种成因,并各具特点,但其都有一定的共性:即规模较大,坡面较陡、基岩裸露,坡面温差变化快且大。同时还具有土层薄、水土流失严重,植被生长条件恶劣,恢复治理难度大等特点^[1]。白茬山不仅存在崩塌、滑坡等地质灾害隐患,而且经常伴随周边土地的压占和损毁,破坏当地的自然景观,严重影响当地生态环境。

2.2 治理白茬山的意义

治理白茬山的意义是多方面的,概括起来主要有以下几点:

- (1) 减少和消除地质灾害隐患,保障矿区周边群众生活生产安全。
- (2) 改善区域生态环境,促进生态环境健康发展。
- (3) 改善自然景观,降低视觉污染,对乡村振兴有一定的促进作用等。

3 白茬山治理方法分类

近几年以来,关于白茬山的治理方法较多,但目前对治理方法还没有一个系统的分类,大家在使用和参考时深感不便。因此,对已有的治理方法根据白茬山的特性进行分类也具有较强的现实意义。对部分的治理方法进行统计分析,笔者认为按白茬山断面(掌子面)的处理方式为主要依据进行系统分类较为合理,据此我们将治理方法分为:自然生态修复类、人文景观治理类、点状生态治理类、线状生态治理类、面状生态治理类、立体生态治理类等六大类。以下将常用于白茬山的治理方法进行简要系统分类,并分析其特点。

3.1 自然生态修复类

此类方法是对白茬山的断面进行很少甚至不进行处理,不过分采取工程措施,尽量减少人为干预,依靠大自然生态本身的自动适应、自动恢复和调节能力等恢复自然生态,是一个较为漫长的过程,有时为了加速这个过程,可以适当增加人工清理危岩、播撒适宜当地生长的植物种子等人工干预措施。

自然生态修复的优点是资金投入相对较少,治理方法简单,易于施工。其缺点是自然生态修复时间长,见效慢等。自然生态修复一般适用于白茬山整体稳定性较好,不在“三区两线”可视范围内,对观感要求不太强烈的地区。

3.2 人文景观治理类

此方法因地制宜在白茬山断面进行人工处理,即以雕刻、灯光装饰造景等方式体现当地的人文历史、神话传说,以及宣传标语等形成的一种景观,而非进行单纯绿化的一种治理方式。根据目前统计,主要有三种方法,一是雕刻、嵌固类治理方法,即根据白茬山的空间展布,收集当地人文历史以及有教育意义的古典传说、历史事件等,在岩壁上雕刻文字^[2]或者壁画(图2),起到一定的美化作用。二是遮挡类治理方法,即在白茬山坡底,绘制宣传画、宣传标语、建造公益广告牌等,遮挡高差较小的白茬山,或者

种植乔木,等多年以后可以对高差较大的白茬山起到遮挡作用;三是灯光装饰造景法,根据白茬山体的形态分布等,制作成灯光秀景观。灯光景观治理也可和上述二类结合使用,其内容可以多种多样等。

人文景观治理的优点是投入相对较少,既做到了对白茬山的治理,也起到了环境美化和宣传作用。缺点是:缺少绿化因素,更多体现的是观感,对生态环境恢复作用较小,同时设备需要定期维护。此类治理方式较适用于断面岩体较为陡峭、岩体稳定、完整性较好的白茬山的治理,或者临近交通道路及旅游景区等,更能发挥其应有的作用。

3.3 点式生态绿化修复类

这是一种介于白茬山(断面)不进行绿化修复和整体绿化修复之间的一种方式,在部分地区实施后取得了较好的效果。这种方法的代表为打孔点穴绿植法和鱼鳞坑填土绿化法。

(1) 打孔点穴绿植法

此方法是在白茬断面上按一定的水平和竖向间隔设置绿化治理点(穴),辅以灌溉系统或雨水收集装置形成的点状绿化,以植物生长对坡面形成绿化覆盖,达到生态治理的目的。这种方法也有称为种植穴法或凿穴植生绿化法^[3]。

此方法是在人工对岩体或坡面进行必要的清理危岩和浮石的安全处理后,在坡面上采用机械钻孔,形成一定直径、深度和一定内倾角度的洞穴,在洞穴内回填营养土后并种植适宜当地生长的植物,之后安装灌溉和雨水收集装置即完成施工(图3)。

这种方法的优点就是可以用较少的投入达到较快速度的大范围的坡面绿化治理效果,也减小了对坡面的改造和施工强度。对于南方雨水较多的地区,植物成活率较高,效果较好。而在北方干旱少雨地区,养护期过后,继续养护不到位,容易造成植物缺水死亡。再就是植物紧临裸露岩石,在日晒高温影响下会使植物受伤或干死等。另外,对于易风化或者裂缝较发育的坡面表层,在自然风化和生物风化等的作用下容易剥落,在较长时间后容易使施工洞穴变小甚至完全脱落损坏,影响治理效果。

此方法较适用于断面岩体较为陡峭、岩体稳定、整体完整性较好但存在一定的裂隙发育的白茬山的治理,既适用于岩质坡面,也适用于土质坡面。在背阴面效果较好。



图3 陕西渭南某矿区白茬山打孔点穴法治理后一个月照片

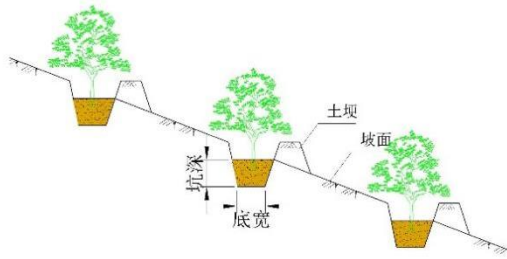


图4 鱼鳞坑剖面示意图

(2) 鱼鳞坑填土绿化法

这种方法比较常见,通过在边坡上沿等高线或者利用不规则小平台的空间,采用混凝土或石块向上垒砌,或下挖成坑,形成鱼鳞状的种植穴,即为鱼鳞坑^[4](如图4)。在坑内填筑耕土后种植适宜当地生长的乔灌木或爬藤类植物以达到生态治理的效果。

此方法的优点是成本较低,施工难度较小,并且能够有效防止水土流失,绿化效果较明显。缺点是不适用于高陡的白茬山断面,绿化效果受坡度影响较大。一般适用于山坡的坡度较小,30°~50°之间,高差较小,岩石风化较强烈或裂缝较发育的白茬山坡面。

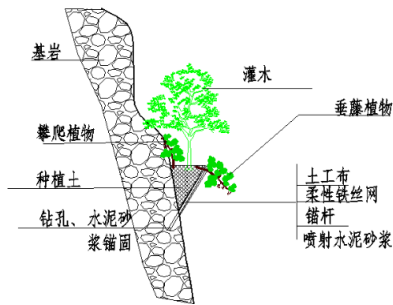


图5 喷砮飘台法示意图

3.4 线状绿化治理法

(1) “喷砮飘台”法

“喷砮飘台”法是此类方法的代表。该方法是按照一定的竖向间距,在白茬山坡面上沿横向方向施工构造锚杆,以其作为固定点,然后焊接底面和侧面钢筋网片,浇筑混凝土形成底面板和侧面板,使之与坡面形成一个呈“V”或“U”型槽,之后再槽底依次铺设中粗砂、土工布,最后回填营养种植土,再栽种适合当地生长的乔灌木或者爬藤类植物(图5),植物生长后起到对白茬山的绿化效果^[5]。另外还有一种和此方法相似的方法,称之为种植槽法,在此不再做详细介绍。

(2) CBS 缓释营养抗滑棒法

该方法与喷砮飘台法大致类似,不同之处是将水泥浇筑的“V”型或“U”型槽用聚丙烯 PP 纤维材质的抗滑棒代替。抗滑棒里面按特定比例填充植物种子、添加剂、营养剂、种植土、腐殖质等物质。施工与“喷砮飘台”法相比较为简单,透气透水,抗滑控碱,可长期为植物供给缓释营养^[6]。

此类治理方法的优点是保水、保肥效果好,另外,当种植攀援植物能很好地覆盖石壁表面,栽植面积小,覆盖面积大,并且还具立体绿化效果等优点。其缺点是施工难度大、费用较高,养护期间需要精心养护,特别是在北方的旱季需要人工浇水,以避免旱季植物早死。此方法适用于岩体结构较好,强度较高,完整性较好的,且坡度较大的岩壁坡面。

3.5 面状生态治理

顾名思义,面状生态治理就是对整个白茬山的坡面进行全覆盖式的生态修复绿化。目前针对覆盖式生态修复的方法最多,效果也相对较为理想,积累了较多的宝贵经验。以下就常用的几种方法做个简单叙述。

(1) 客土喷播法

这种治理方法是在白茬山坡面上,利用专用喷播设备将按一定比例混合的客土直接喷射到坡面或安装在坡面的网上,从而达到将坡面进行绿化且景观近似自然绿化的目的^[7]。常用的客土喷播法一般有三种,即直接客土喷播、挂网客土喷播、植生格室客土喷播。三种喷播方法各有自己的特点和试用条件。

①直接客土喷播

此方法主要适用于两种地形地貌条件:一种是坡度小于30°的各类白茬山边坡,经后期养护后可以较快的恢复植被;另一种是坡面整体大于30°的凹凸不平,且有一定量连续成片台阶的边坡,喷播完成经养护后效果也比较明显。

优点:较挂网、植生格室喷播,造价较低,主要以坡面台阶作为存土、绿化载体,台阶绿化程度较高,山体富有层次感,施工效率高,见效快。

缺点:对养护要求较高,养护不好容易掉落,北方干旱地区效果较差。

②挂网客土喷播

此方法适用于坡度在45°~65°之间,坡面台阶比较少、裂隙较为发育的白茬山坡面。利用挂铁丝网及木条支撑人为拓展坡面留土空间,并保护破碎坡面(图6)。

优点:一是能产生比液压喷播更为厚的基质层,施工效率比较高,绿化效果比较好。缺点:较直接客土喷播费用较高,对施工质量要求比较高,养护要求严格。

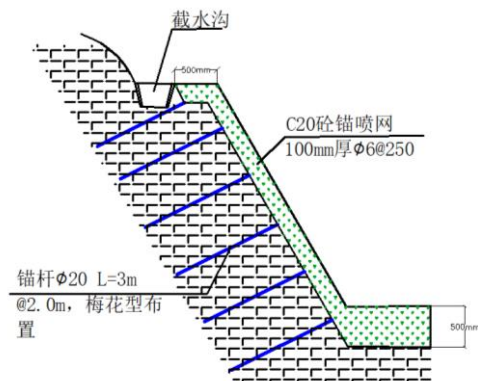


图6 挂网喷播剖面示意图

③植生格室客土喷播

该方法适用于坡度在 45°-60° 左右，坡面台阶较少，较为完整的白茬山坡面。首先是在坡面上进行锚杆施工，然后铺设植生格室^[11]，固定好之后再行客土喷播。

优点：绿化效果较好，并且土工格室还能增加坡面的排水性能，该方法施工方便，材质轻、耐磨损，抗老化，并且具有一定的可调节性，喷播绿化成活率较高，见效快，美观平顺，对边坡防护稳定性好的特点，常常被用于边坡绿化防护。

缺点：费用较高，对施工及后期养护要求较严格。

(2) 混凝土喷播法

①植被混凝土法

又有生态植生砼法、生态混凝土法等多种叫法，在设计 and 施工细节上有所差别，但其原理是一样的，除基材不同以外，也和客土喷播法相近。

生态混凝土法做是先在岩体上铺上铁丝或塑料网，采用锚钉和锚杆固定，将由多种材料和种子组成的植被混凝土原料搅拌后，采用喷锚设备将混合料喷射或浇注到岩石坡面，形成一定厚度的植被混凝土^[8]。经过洒水养护，植物种子发芽后覆盖坡面，从而对边坡形成了绿化的功能。也有将喷射材料分为二层设计和施工的，即首先喷射不含种子的混合料，待第一次喷射的混合土达到一定强度后，接着喷射含有植物种子的且搅拌均匀后的混合材料。

优点：主要表现在施工速度快，见效快，能短时间见到治理效果，混合料容易固定在边坡上可保证种子的成活和生长，且能够加强边坡的稳定性等。缺点：于该技术施工初期，植物长成前对边坡无加护作用，且基材抗冲刷能力较差，遇到较强降雨时会对施工成果造成严重破坏。此方法适用于降水较多且无大面积汇水的白茬山坡面治理，也适宜岩石完整性、稳定性较好且不是很高陡的白茬山坡面。

②锚喷混凝土法

它是在边坡上施工锚杆或锚钉将钢筋网片固定在坡面上，直接将混凝土喷射在坡面上形成对坡面的防护^[9]。由于完成后坡面无法生长植物，且颜色呈灰色，影响观感，现在除一些规模较小的，边坡稳定性较好，对绿化无要求的地方采用以外，目前较少采用。随着人们思想观念的改变，现在个别项目将混凝土制作成彩色的，或者制作成一些图案等，从观感上有了很大改变。

这种方法施工操作简单，造价相对较低，但存在不能进行绿化的缺点。现在有时与和其他支护方式联合使用。比较适用于高度和坡度较小，山体稳定性较好的坡面治理。

(3) 生态水泥覆盖法

此方法适用于坡度大于 60° 或者坡面较为完整高度较大的白茬山坡面施工，通过向坡面上喷射带有颜色的粘性生态水泥材料，使之与周边环境相协调。

优点：施工简单，成本低廉，后期不用养护。

缺点：采用该方法治理后的坡面，无法达到绿化效果。

(4) 格构梁生态治理法

这类治理方法主要为在坡面上施工格构梁，通过锚杆固定在坡体上形成护坡骨架，然后在梁间充填土工格等再植土播种，从而达到生态修复的效果^[10]（图 7）。虽然有多种做法，结构也不尽相同，但都有一个共同的特点，就是在坡面上施工格构梁骨架，在对骨架之间坡面进行处理后植草达到生态修复的目的。目前见之报刊的方法有：格构梁植土绿化法、格构梁植草土工格室法、格构梁植生袋法、格构梁空心砖培土植草法等。

此方法可有效增加坡体的稳定性，绿化效果较好，当坡面岩体较破碎时可以起到有效的加固作用，后期也便于维护。但是这种方法造价相对较高，施工时间较长。比较适用于高度和坡度较大，对加固及绿化要求较高的坡体。



图 7 湖北省襄阳市“格构梁治理法”治理后的白茬山

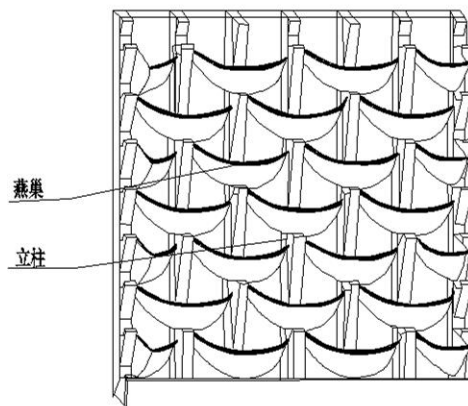


图 8 燕巢式垂直绿化法立面图

(5) 燕巢式垂直绿化方法

这种方法属于一种附着式的绿化方法，即紧靠坡面设计立柱和给水系数后安装燕巢（图 8），装填种植土和种植植物^[11-12]。建成后可以有效形成垂直绿化体对坡体起到遮挡作用，达到美化景观和绿化的效果。

此方法可以采用预制的办法，施工方便，见效快，但需要有浇灌水源，后期养护成本较高，适用范围较小。适用于坡体高度较小、稳定性较强的坡体，尤其是人员流动

较强,需要短时间内达到绿化的地段比如旅游区、厂矿区内等。

(6) 植生草毯绿化法

该方法是将坡面的碎石、危岩清理完毕,使坡面较为平整,然后覆盖由PP网、椰丝纤维(秸秆纤维)、草籽植生带组成植生草毯,用U型钉固定在坡面上,养护后达到坡面绿化的效果(图9)。此方法适用于坡度小于30度的土质斜坡或坡面覆土厚度不小于50厘米的渣坡、岩坡。

此方法的优点是坡面绿化率高,成型迅速、见效快、养护方便。缺点是不适用于坡面较陡的区域,植物根系较浅,物种单一,不利于生物多样性发展。

(7) 植生袋堆叠法

该方法是充分利用坡面的低凹处的特点,在凹陷下部采用植生袋进行围堰,植生袋内装有耕植土等,在围堰内填筑种植土后,再种植灌木等^[10];也可以在坡面低凹处外侧直接用植生袋叠砌成层,通过在植生袋内预配置的种子生长达到绿化边坡的目的(图10)。种方法没有固定的点位,而是根据坡面实际情况确定的,具有一定的随机的特点。此方法的优点是充分利用坡面自然形态,因地制宜,出苗齐,成坪快,纤维等材料大多可自然降解,腐烂后转化为基质层或肥料。且施工时对机械设备依赖度较低,操作简单,可与客土喷播等治理方法搭配使用。缺点是随机性较强,适用于坡体较平缓,岩石较为破碎的地段,对于高陡边坡不能单独使用。



图9 陕西某矿山植生草毯施工后照片



图10 陕西某矿山植生袋施工现场

3.6 立体生态治理类

前述几种治理方法更着重对白茬山的坡面进行治理,这里所述的立体生态治理法,主要针对规模较大、且白茬

山形态复杂,呈不规则形状或者因为治理需要改造成多层次多台阶时的治理方法,不但包括坡面的治理,还包括坡顶、坡底截排水措施、台阶绿化、通道设施等,是多种方法的有机结合。

(1) 坡面的生态治理方法

对于坡面的治理方式,根据坡高、坡度以及岩性等特点在前述的方法中选取,在不同的坡面上可以是一种,也可以是多种,只要是适合的即可选用。无论哪种方法,均要保证坡体的稳定安全及与配套措施的统一性、协调性和针对性。

(2) 边坡台阶的生态治理方法

对于一些高差很大的白茬山,有的在矿山开采时就设置了台阶,有的需要在治理时设置台阶(图11),而台阶的宽度也不尽相同,因此,台阶区的生态治理方法就出现了多种方式。一般概况起来主要以下几种:

①挡排水措施处理法:对于设置的一些宽度较小的台阶,可以仅在边部设置挡水墙和排水沟,及时将雨水排出,避免雨水冲刷坡面(图12)。当设置有灌溉系统时,可以考虑设置集水坑等合理利用雨水资源。



图11 河北省某高陡边坡坡率法治理照片



图12 某高陡边坡台阶治理照片

②生态袋挡墙法:这是针对宽度较大的台阶采用的一种治理方法。主要做法是将生态袋装填土堆码在台阶外侧形成挡墙,内侧填土种植植被,内侧设置排水沟并纵向设置隔板便于存水和收集雨水,底部铺设透水强的土质作为蓄水含水层,以补给植物生长。内侧可以根据台阶的宽度设置人行通道等,这种方法与上文中的植生袋堆叠法类似,不同之处是此处生态袋作为挡墙用,上文植生袋是用于坡面治理。对台阶区的生态治理,尽量做好雨水的排放和利用。但是在缺少雨水地区需要设置灌溉系统,保证植物的成活率,现时需要进行日常的维护。

另外对于宽度较大的台阶还可以采取挡墙种植穴(槽)法和挡墙种植箱法,与生态挡墙法大致相似,不再详细介绍。

(3) 坡顶、坡底治理方法

对于白茬山坡顶应按要求设置挡水墙和排水沟,避免雨水冲刷坡面,当需要时可以在适当位置设置蓄水池等,以便于后期养护用水。在坡底设置必要的排水系统也是非常重要的,一是可以将雨水及时排走,二是可以减少对坡体的损害。另外,可以在适合的位置设置蓄水池,便于雨水的利用。

上述是大家常见的几种白茬山的治理方法,在实际中还有较多其他的方法,比如高陡岩石坡面柔性生态网法、格宾石笼挡墙法等等,也不再一一叙述。

4 结论与建议

由于白茬山的特性决定了在对其进行生态绿化治理时没有任何一种方案是可以直接套用,因此技术人员应根据白茬山的地质环境条件、工程造价、工期要求等多种因素,综合考虑采取上文中的一种或者多种方式进行白茬山治理,从而达到较好的治理效果。

在采取上述一种或多种方式进行白茬山综合治理时,也要考虑治理后与周边环境相协调,同时不能仅仅单纯为了治理而治理,更要做好石渣等固废的综合利用,节约治理成本。

无论采用哪种方法对白茬山进行治理,都应将安全放在首位,应先进行安全隐患的排处理,防止地质灾害发生。同时要保证治理方法自身稳定性,避免雨水冲刷破坏。也要考虑治理后的养护和水土保持问题,从而达到最优的治理效果。

[参考文献]

[1]李予红,赵金召,张万河,等.露天矿山高陡岩质边坡生

态修复技术研究现状与发展趋势[J].河北地质大学学报,2021,44(3):82-86.

[2]张兆长,南贵军,郜洪强,等.河北矿山地质环境治理与修复模式探讨[J].矿产勘查,2020,11(3):610-615.

[3]段万超.浅谈矿山地质环境治理中高陡岩质边坡生态修复技术[C].河南:河南地球科学研究进展,2021.

[4]任垒,张玉娇,付翠翠.基于生态修复的山体绿化提升工程建设——以济南市鹤头峰山体绿化提升工程为例[J].绿色科技,2021,23(1):65-67.

[5]郑思光,赵志杰.露天矿山边坡治理的“喷砼飘台”技术试验及效果[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(3):80-87.

[6]刘高鹏,金章利,许文年,等.一种植被混凝土生态护坡抗滑系统:CN205399441U[P].2016-07-27.

[7]田占良.浅谈“白茬山”客土喷播治理技术[J].科技创新与应用,2016(13):73.

[8]席文明.植被混凝土生态防护技术在高陡边坡上的应用[J].化工矿产地质,2019,41(1):50-52.

[9]王东刚.配筋锚喷混凝土高陡边坡防护施工控制与检测[J].山西交通科技,2006(5):39-41.

[10]孙小杰,张辉,杜焯伟.高陡岩石边坡软体护坡技术设计及施工实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(4):78-81.

[11]王建军,刘忠林.一种燕巢式垂直绿化方法:103843541B[P].2017-09-29.

[12]褚加计,李喆,甄娜,等.高陡岩质边坡生态治理技术及发展趋势[J].河南科技,2013(22):189-190.

作者简介:米拓(1987.6-),男,地质工程高级工程师,注册一级建造师(建筑工程、水利水电工程)。